НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1998-1635

Вестник АПК Верхневолжья

№3 (63)
СЕНТЯБРЬ
2023 г.

В НОМЕРЕ

Северные олени Таймыра

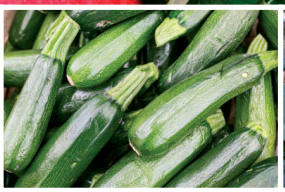
Племенная база костромской породы крупного рогатого скота – состояние, проблемы и перспективы

Продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области

Аллельные варианты гена каппа-казеина у коров голштинской породы

Переработка зерна озимого тритикале в сортовую муку по развитой технологической схеме

Идентификация основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях с полей методами искусственного интеллекта



ПАМЯТИ ГАЛИНА ВЛАДИМИРА НИКОЛАЕВИЧА

30.09.1938–29.11.2020

30 сентября 2023 г. исполнилось бы 85 лет Владимиру Николаевичу Галину, кандидату экономических наук, доценту.

Четверть века Владимир Николаевич успешно руководил кафедрой общественных наук Ярославской государственной сельскохозяйственной академии, которая затем была переименована в кафедру гуманитарных и социально-экономических наук. Около пяти лет В. Н. Галин трудился в редакции научного журнала «Вестник АПК Верхневолжья».

Владимир Николаевич родился 30 сентября 1938 года в г. Сольвычегодске Архангельской области в семье служащих. В этом же городе прошли его детские и юношеские годы, здесь же в 1956 году окончил среднюю школу и поступил на исторический факультет Уральского государственного университета имени А. М. Горького в Свердловске. Будучи студентом, в качестве комиссара факультетского отряда, принимал участие в освоении целинных земель, за что в 1958 г. был награждён медалью «За освоение целинных земель».

По окончании университета в 1961 году был направлен на работу в г. Тавду Свердловской области преподавателем общественного цикла специальной средней школы подготовки начсостава МВД РСФСР, где больше года читал курс лекций по истории СССР.

В связи с изменением профиля школы и сокращением преподавателей общеобразовательных дисциплин Владимир Николаевич вернулся в Свердловск, где с ноября 1962 г. по август 1963 г. работал в Уральском государственном университете имени А. М. Горького ассистентом кафедры политической экономии.

С сентября 1963 г., по семейным обстоятельствам, переехал в Псков, где трудился сначала преподавателем, а затем старшим преподавателем кафедры политэкономии, философии и научного коммунизма педагогического института имени С. М. Кирова.

В период 1966–1968 гг. обучался в аспирантуре на кафедре политэкономии Ленинградского университета имени А. А. Жданова, где в ноябре 1968 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Углубление специализации и совершенствование производственных отношений в сельском хозяйстве».

В 1970 году прошёл по конкурсу в Тернопольский финансово-экономический институт, где проработал до 1978 года сначала в должности доцента, а затем заведующего кафедрой политэкономии.

Начиная с августа 1978 г., жизненный путь и трудовая деятельность В. Н. Галина была тесно связана с ярославской землёй и Ярославской государственной сельскохозяйственной академией (до 1990 г. Ярославским филиалом Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, 1990–1995 гг. – Ярославским сельскохозяйственным институтом).

Наряду с преподавательской деятельностью, В. Н. Галин вёл активную научную и общественную работу. Он являлся членом диссертационного совета по защите кандидатских диссертаций по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством, членом лекторской группы общества «Знание».

За годы работы Владимиром Николаевичем было подготовлено и издано около 100 научных и учебно-методических трудов, в том числе 65 научных.

За высокие достижения в преподавательской и научной деятельности Владимир Николаевич был удостоен почётного звания «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Ветеран труда».

Добрая память о Владимире Николаевиче, глубоко интеллигентном, энергичном и жизнерадостном человеке, замечательном преподавателе, наставнике и учёном навсегда останется в наших сердцах.

Редакция журнала

ISSN 1998-1635

Вестник АПК Верхневолжья

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет»

Главный редактор
ГУСАР СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА – ректор ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ", кандидат экономических наук, доцент (Ярославль, Россия)

Заместитель главного редактора
МОРОЗОВ ВАДИМ ВЛАДИМИРОВИЧ – первый проректор – проректор по научной работе и цифровой трансформации ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ", кандидат физико-математических наук (Ярославль, Россия)

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Акчурин Сергей Владимирович – доктор ветеринарных наук, доцент (Москва, Россия)
Антипова Татьяна Алексеевна – доктор биологических наук, доцент (Истра, Россия)
Баранова Надежда Сергеевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (пос. Караваево, Костромская область, Россия)
Беленков Алексей Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва, Россия)
Васильев Алексей Николаевич – доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)
Власова Ольга Ивановна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Ставрополь, Россия)
Габидулин Вячеслав Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук (Оренбург, Россия)
Гавриченко Николай Иванович – ректор УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Витебск, Республика Беларусь)
Голованова Ирина Леонидовна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник (пос. Борок, Ярославская область, Россия)
Голубева Анна Ивановна – доктор экономических наук, профессор (Ярославль, Россия)
Готовский Дмитрий Геннадьевич – доктор ветеринарных наук, доцент (Витебск, Республика Беларусь)
Жигин Алексей Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва, Россия)
Загинайлов Владимир Ильич – доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)
Ивенин Валентин Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Нижний Новгород, Россия)
Калашникова Любовь Александровна – доктор биологических наук, профессор (пос. Лесные Поляны, Московская область, Россия)
Калинин Андрей Борисович – доктор технических наук, доцент (Санкт-Петербург, Россия)
Карпеня Михаил Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Витебск, Республика Беларусь)
Коновалов Александр Владимирович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Ярославль, Россия)
Косилов Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Оренбург, Россия)
Костюнина Ольга Васильевна – доктор биологических наук (пос. Дубровицы, Московская область, Россия)
Леонтьев Леонид Борисович – доктор биологических наук, доцент (Москва, Россия)
Маннапов Альфир Габдуллович – доктор биологических наук, профессор (Москва, Россия)
Маннапова Рамзия Тимергалеевна – доктор биологических наук, профессор (Москва, Россия)
Миронова Ирина Валерьевна – доктор биологических наук, профессор (Уфа, Россия)
Мосолов Александр Анатольевич – доктор биологических наук (Волгоград, Россия)
Николаев Владимир Анатольевич – доктор технических наук, доцент (Ярославль, Россия)
Новикова Татьяна Валентиновна – доктор ветеринарных наук, профессор (Вологда, Россия)
Орлов Павел Сергеевич – доктор технических наук, доцент (Ярославль, Россия)
Пронина Галина Иозеповна – доктор биологических наук, доцент (Москва, Россия)
Сафронов Сергей Леонидович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Санкт-Петербург, Россия)
Скворцова Елена Гамеровна – кандидат биологических наук, доцент (Ярославль, Россия)
Сковородин Евгений Николаевич – доктор ветеринарных наук, профессор (Уфа, Россия)
Сложенкина Марина Ивановна – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН (Волгоград, Россия)
Слынько Елена Евгеньевна – кандидат биологических наук, доцент (пос. Борок, Ярославская область, Россия)
Смелик Виктор Александрович – доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург, Россия)
Спиридонов Геннадий Николаевич – доктор биологических наук (Казань, Россия)
Степанова Марина Вячеславовна – доктор биологических наук (Москва, Россия)
Тамарова Раиса Васильевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Ярославль, Россия)
Тишанинов Николай Петрович – доктор технических наук, профессор (Тамбов, Россия)
Ткачева Ирина Сергеевна – кандидат биологических наук (Москва, Россия)
Федосеева Наталья Анатольевна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Балашиха, Московская область, Россия)
Хакимов Рамиль Тагирович – доктор технических наук, доцент (Санкт-Петербург, Россия)
Чугреев Михаил Константинович – доктор биологических наук, доцент (Москва, Россия)
Шмигель Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор (Ярославль, Россия)
Щукин Сергей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Ярославль, Россия)
Ятусевич Антон Иванович – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН (Витебск, Республика Беларусь)

Редакция журнала:
В. И. Дорохова – канд. экон. наук, доцент, ответственный секретарь
Е. А. Богословская – ведущий секретарь
А. В. Киселева – редактор-дизайнер, редактор-корреспондент
Ю. Д. Кононова – английский перевод

Адрес учредителя, редакции и издателя:
Россия, 150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, д.58.
Телефоны: (4852) 552-883 – главный редактор,
(4852) 943-746 – ответственный секретарь
E-mail: vestnik@yarcx.ru, e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Отпечатано в типографии редакционно-издательского отдела ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Адрес типографии:
Россия, 150042, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58
Подписано в печать: 27 сентября 2023 г.
Дата выхода в свет 29.09.2023 г.,
время по графику: 15-00, время фактическое: 15-00
Тираж: 1000 экз. Цена свободная.

16+

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.
Журнал включен в базу данных международной информационной системы AGRIS, а также в РИНЦ.

Издание зарегистрировано: в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. ***Свидетельство о регистрации:*** ПИ №ФС77-28134 от 28 апреля 2007 г.

ISSN 1998-1635 №3 (63) SEPTEMBER 2023

Вестник АПК Верхневолжья

The Founder:
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University"

The Editor-in-chief
GUSAR SVETLANA ALEKSANDROVNA – Rector of the FSBEI HE "Yaroslavl SAU", Candidate of Economic Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)

The Deputy Editor-in-chief
MOROZOV VADIM VLADIMIROVICH – First Vice-Rector – Vice-Rector for Scientific Work and Digital Transformation of the FSBEI HE "Yaroslavl SAU", Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Yaroslavl, Russia)

THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Akchurin Sergey Vladimirovich – Doctor of Veterinary Sciences, Docent (Moscow, Russia)
Antipova Tatyana Alekseevna – Doctor of Biological Sciences, Docent (Istra, Russia)
Baranova Nadezhda Sergeevna – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Karavaevo, Kostroma Region, Russia)
Belenkov Aleksey Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Vasilyev Aleksey Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Vlasova Olga Ivanovna – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Stavropol, Russia)
Gabidulin Vyacheslav Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences (Orenburg, Russia)
Gavrichenko Nikolay Ivanovich – Rector of the Educational Establishment "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine, Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Vitebsk, Republic of Belarus)
Golovanova Irina Leonidovna – Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer (Borok, Yaroslavl Region, Russia)
Golubeva Anna Ivanovna – Doctor of Economic Sciences, Full Professor (Yaroslavl, Russia)
Gotovskiy Dmitriy Gennadyevich – Doctor of Veterinary Sciences, Docent (Vitebsk, Republic of Belarus)
Zhigin Aleksey Vasilyevich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Zaginailov Vladimir Ilyich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Ivenin Valentin Vasilyevich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Nizhniy Novgorod, Russia)
Kalashnikova Lyubov Aleksandrovna – Doctor of Biological Sciences, Full Professor (Lesnye Polyany, Moscow Region, Russia)
Kalinin Andrey Borisovich – Doctor of Technical Sciences, Docent (St. Petersburg, Russia)
Karpenya Mikhail Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Vitebsk, Republic of Belarus)
Konovalov Aleksandr Vladimirovich – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)
Kosilov Vladimir Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Orenburg, Russia)
Kostyunina Olga Vasilyevna – Doctor of Biological Sciences (Dubrovitsy, Moscow Region, Russia)
Leontyev Leonid Borisovich – Doctor of Biological Sciences, Docent (Moscow, Russia)
Mannapov Alfir Gabdullovich – Doctor of Biological Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Mannapova Ramziya Timergaleevna – Doctor of Biological Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)
Mironova Irina Valeryevna – Doctor of Biological Sciences, Full Professor (Ufa, Russia)
Mosolov Aleksandr Anatolyevich – Doctor of Biological Sciences (Volgograd, Russia)
Nikolaev Vladimir Anatolyevich – Doctor of Technical Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)
Novikova Tatyana Valentinovna – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor (Vologda, Russia)
Orlov Pavel Sergeevich – Doctor of Technical Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)
Pronina Galina Iozepovna – Doctor of Biological Sciences, Docent (Moscow, Russia)
Safronov Sergey Leonidovich – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (St. Petersburg, Russia)
Skvortsova Elena Gamerovna – Candidate of Biological Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)
Skovorodin Evgeniy Nikolaevich – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor (Ufa, Russia)
Slozhenkina Marina Ivanovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of RAS (Volgograd, Russia)
Slynko Elena Evgenyevna – Candidate of Biological Sciences, Docent (Borok, Yaroslavl Region, Russia)
Smelik Viktor Aleksandrovich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (St. Petersburg, Russia)
Spiridonov Gennadiy Nikolaevich – Doctor of Biological Sciences (Kazan, Russia)
Stepanova Marina Vyacheslavovna – Doctor of Biological Sciences (Moscow, Russia)
Tamarova Raisa Vasilyevna – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Yaroslavl, Russia)
Tishaninov Nikolay Petrovich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (Tambov, Russia)
Tkacheva Irina Sergeevna – Candidate of Biological Sciences (Moscow, Russia)
Fedoseeva Natalya Anatolyevna – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Balashikha, Moscow Region, Russia)
Khakimov Ramil Tagirovich – Doctor of Technical Sciences, Docent (St. Petersburg, Russia)
Chugreev Mikhail Konstantinovich – Doctor of Biological Sciences, Docent (Moscow, Russia)
Shmigel Vladimir Viktorovich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (Yaroslavl, Russia)
Shchukin Sergey Vladimirovich – Candidate of Agricultural Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)
Yatusevich Anton Ivanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Vitebsk, Republic of Belarus)

Journal editorial stuff:
V. I. Dorokhova – Candidate of Economic Sciences, Docent, the executive editor
E. A. Bogoslovskaya – the leading secretary
A. V. Kiseleva – the editor-designer, the editor correspondent
Yu. D. Kononova - English translation

Address of the founder, editorial office, printing office:
Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58
Phones number:
+7 (4852) 552-883 – the editor-in-chief,
+7 (4852) 943-746 – the executive secretary
E-mail: vestnik@yarcx.ru, e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Printed in printing house of publishing department of FSBEI HE "Yaroslavl SAU".
Printing house address: Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58
Passed for printing: 27.09.2023. ***Printed:*** 29.09.2023
Time planned: 15-00. ***Actual time:*** 15-00
Circulation: 1000 copies
Price is uncontrolled

16+

The journal is included into the List of peer-reviewed scientific publications, in which the main scientific results of dissertations for the degrees of Candidate of Sciences and Doctor of Sciences should published.
The journal is included in the database of the international information system AGRIS, as well as in the RSCI.

The edition is registered in Federal Agency of supervision of a compliance with law in sphere of mass communications and cultural heritage protection
The registration certificate: ПИ ФС77-28134 from April, 28th, 2007

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№3 (63) СЕНТЯБРЬ 2023 г.
ISSN 1998-1635

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

А. В. Давыдов, Н. А. Моргунов, М. К. Чугреев, И. С. Ткачева Северные олени Таймыра 5

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

В. И. Косилов, И. В. Миронова, В. В. Гудыменко, Г. М. Долженкова, Е. П. Миронова Влияние генотипа тёлок на пищевую и энергетическую ценность мышечной ткани 21

А. А. Королев, Н. С. Баранова, И. И. Кузьменков, Д. С. Казаков Племенная база костромской породы крупного рогатого скота – состояние, проблемы и перспективы 27

О. Ю. Ежова, Л. Н. Бакаева, Ю. Н. Беляцкая Эффективность применения витаминного препарата при выращивании кур промышленного стада 37

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

А. Д. Лемякин, А. Н. Тяжченко, К. Д. Сабетова, А. А. Чаицкий, П. О. Щеголев, Л. С. Баданина Генетические маркеры предрасположенности к болезням обмена веществ 42

К. Д. Сабетова, А. А. Чаицкий, А. Д. Лемякин, П. О. Щеголев Продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области 49

С. С. Жаймышева, Т. Г. Герасимова, В. И. Косилов, Л. Н. Бакаева Аллельные варианты гена каппа-казеина у коров голштинской породы 60

С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих вариант полиморфизма T/T гена миостатина 65

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Р. Х. Кандроков, И. У. Кусова, В. А. Кирюшин, И. Н. Кривонос Переработка зерна озимого тритикале в сортовую муку по развитой технологической схеме 70

И. В. Великанова, Е. М. Пучков Формирование системы машин нового поколения для возделывания технической конопли в условиях модернизации отрасли 78

В. А. Николаев, И. В. Кряклина Расчёт возможности оптимального небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы 85

В. А. Николаев Необходимый момент для вращения внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра с зерном при его сушке в универсальной полуавтоматической роторной сушилке 91

В. В. Хрящёв, А. С. Ключников, Н. В. Котов, Р. В. Ларионов Идентификация основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях с полей методами искусственного интеллекта 98

А. С. Угловский, И. М. Соцкая, Е. В. Шешунова Моделирование системы очистки ультразвуком фильтра с полимерными фильтрующими элементами 105

Предметный указатель 111

© Вестник АПК Верхневолжья, 2023

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№3 (63) SEPTEMBER 2023
ISSN 1998-1635

CONTENTS

BIOLOGICAL RESOURCES

A. V. Davydov, N. A. Morgunov, M. K. Chugreev, I. S. Tkacheva Reindeer of Taimyr 5

VETERINARY SCIENCE AND ZOOTECHNICS

V. I. Kosilov, I. V. Mironova, V. V. Gudymenko, G. M. Dolzhenkova, E. P. Mironova The Influence of the Heifer Genotype on the Nutritional and Energy Value of Muscle Tissue 21

A. A. Korolev, N. S. Baranova, I. I. Kuzmenkov, D. S. Kazakov Breeding Base of the Kostroma Cattle Breed – State, Problems and Prospects 27

O. Yu. Ezhova, L. N. Bakaeva, Yu. N. Belyatskaya The Effectiveness of Using a Vitamin Preparation when Raising Market Chickens 37

BREEDING, SELECTION, GENETICS AND BIOTECHNOLOGY OF ANIMALS

A. D. Lemyakin, A. N. Tyazhchenko, K. D. Sabetova, A. A. Chaitskiy, P. O. Shchegolev, L. S. Badanina Genetic Markers of Predisposition to Metabolic Diseases 42

K. D. Sabetova, A. A. Chaitskiy, A. D. Lemyakin, P. O. Shchegolev Productive Traits of Black and White Cows with Different GH and TG Complex Genotypes in the Conditions of Pedigree Breeding Units of the Kostroma Region 49

S. S. Zhaimysheva, T. G. Gerasimova, V. I. Kosilov, L. N. Bakaeva Allelic Variants of the Kappa-Casein Gene in Holstein Cows 60

S. A. Zinov'eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin Peculiarities of the Racing Career of Thoroughbred Mares with T/T Polymorphism Variant of the Myostatin Gene 65

TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

R. Kh. Kandrokov, I. U. Kusova, V. A. Kiryushin, I. N. Krivonos Processing of Winter Triticale Grain into Various Flour According to the Developed Technological Scheme 70

I. V. Velikanova, E. M. Puchkov Formation of a System of New Generation Machines for the Cultivation of Industrial Hemp in the Conditions of Modernization of the Industry 78

V. A. Nikolaev, I. V. Kryaklina Calculation of the Possibility of Optimal Non-Impact Hit of the Dragee into the Hole of the Slotted Pipe 85

V. A. Nikolaev Required Torque for Rotation of Outer Cylinder and Inner Cylinder with Grain during its Drying in Universal Semi-Automatic Rotary Dryer 91

V. V. Khryashchev, A. S. Klyuchnikov, N. V. Kotov, R. V. Larionov Identification of Main Types of Feed Crops and Weeds on Images from the Fields by Artificial Intelligence Techniques 98

A. S. Uglovskiy, I. M. Sotskaya, E. V. Sheshunova Simulation of the Filter Cleaning System by Ultrasonic Sound with Polymer Filter Elements 105

Subject index 111

© Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region, 2023

Научная статья
УДК 639.111.4:574.34
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.001

СЕВЕРНЫЕ ОЛЕНИ ТАЙМЫРА

Андрей Васильевич Давыдов[1], Николай Александрович Моргунов[2], Михаил Константинович Чугреев[3], Ирина Сергеевна Ткачева[4]
[1, 2, 3, 4]Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства, Москва, Россия
[1]adavydov2012@yandex.ru
[2]Oxotkontr.m@mail.ru
[3]Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[4]Oxotkontr-tis@mail.ru, ORCID 0000-0002-7988-7112

Реферат. В статье анализируется состояние ресурсов северного оленя на полуострове Таймыр. Приводятся данные о статусе оленей, их распространении, численности, морфологических особенностях, местах обитания, миграциях, образе жизни, половозрастной структуре, стадности, размножении, питании и пр. Рассматриваются вопросы охраны и использования ресурсов таймыро-эвенкийской популяции оленя. Даётся краткое описание состояния оленеводства и породный состав домашних северных оленей.

Ключевые слова: *дикий северный олень, Таймыр, популяция, состояние ресурсов, домашний северный олень, оленеводство*

REINDEER OF TAIMYR

Andrey V. Davydov, Nikolay A. Morgunov, Mikhail K. Chugreev, Irina S. Tkacheva
[1, 2, 3, 4]Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development of Game Management, Moscow, Russia
[1]adavydov2012@yandex.ru
[2]Oxotkontr.m@mail.ru
[3]Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[4]Oxotkontr-tis@mail.ru, ORCID 0000-0002-7988-7112

Abstract. The article analyzes the state of reindeer resources on the Taimyr Peninsula. Data on the status of deer, their distribution, abundance, morphological features, habitats, migrations, lifestyle, gender and age structure, herding, reproduction, nutrition, etc. are given. The issues of protection and use of resources of the Taimyr-Evenki deer population are considered. A brief description of the state of reindeer husbandry and the breed composition of domestic reindeer is given.

Keywords: *wild reindeer, Taimyr, population, state of resources, domestic reindeer, reindeer husbandry*

Введение. Данная статья продолжает серию публикаций о ресурсах северного оленя в регионах России [1; 2; 3].

Цель настоящих исследований: дать оценку состояния ресурсов северного оленя на территории Таймыра на основе анализа ряда популяционно-биологических показателей.

Задачи: установить численность диких северных оленей в изучаемом регионе, изучить их морфологические особенности, пространственное размещение и характер миграций, половозрастной состав, репродуктивные особенности, особенности питания и некоторые другие показатели; осветить вопросы охраны и использования ресурсов таймыро-эвенкийской популяции дикого северного оленя, оценить общее состояние оленеводства и породный состав домашних северных оленей.

Материалы и методы. Методологической основой работы послужили научные положения, применяемые при исследованиях природных популяций животных. Использовались литературные источники, ведомственные и статистические материалы, опросные сведения от специалистов охотничьих хозяйств. Часть материалов по распро-

странению и численности диких северных оленей собрана при проведении авиаучётных и наземных экспедиционных работ на Таймыре в 2001, 2020 и 2021 годах и в северной части Эвенкии – в 2021 году.

Результаты исследований.

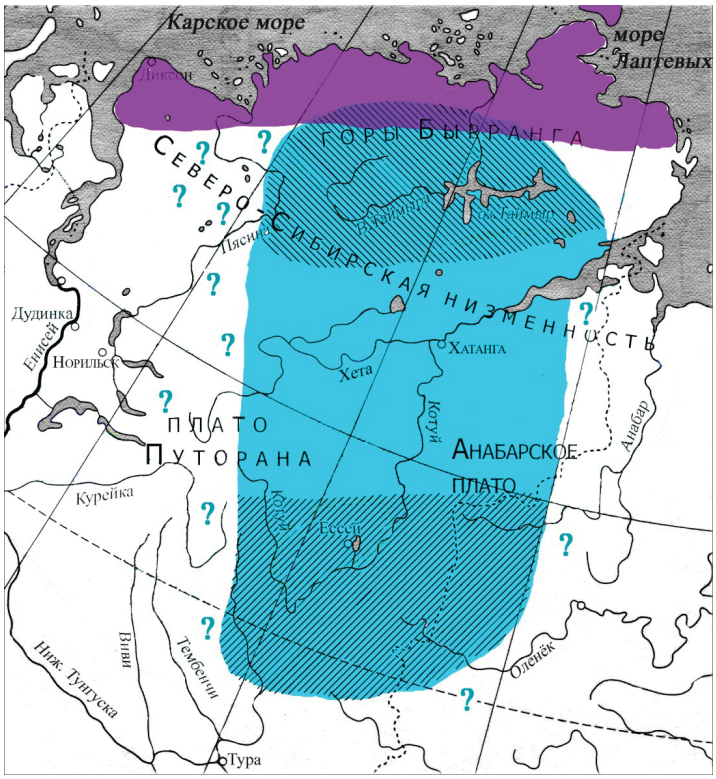
Статус, распространение, численность

Оленей Таймыра относят к подвиду *R.t. sibiricus* – сибирский тундровый олень [4; 5; 6; 7; 8; 9]. Посвятивший многие годы исследованию таймырских оленей Л. Н. Мичурин предлагал выделить их в самостоятельный подвид *R.t. taimyrensis* [10], но это предложение не получило поддержки.

На Таймыре большинство оленей мигрирующие и входят в состав так называемой таймыро-эвенкийской популяции, ареал которой в меридиальном направлении имеет протяжённость более 1000 км. Зимовочные стации этих оленей располагаются в северной части Эвенкии и частично в приграничных районах Якутии. В северной части Таймырского полуострова встречаются небольшие группы оседлых оленей, относящихся к арктической популяции (рис. 1).

В последние годы отмечается увеличение численности оленей, постоянно обитающих в тундре. Вероятно, из-за потепления климата всё больше оленей из состава мигрирующей популяции остаются здесь на зимовку [11; 12; 13]. Весной 1999 года олени были отмечены в бассейнах рек Ниж. Таймыра, Бикада и Пура, около мыса Челюскина и залива Фаддея, на правобережье Енисейского залива и на о. Сибирякова. Их численность оценивалась приблизительно в 20 тыс. особей [13]. С материка олени заходят на арктические острова: на о. Сибирякова, на о. Бол. Бегичев, на о. Русский и др., включая самые отдалённые, расположенные в архипелаге Северная Земля. Острова заселяются периодически, но на самых крупных из них олени могут образовывать длительно существующие группировки.

Результаты многолетних исследований показывают, что места массовых концентраций оленей на Таймыре периодически смещаются на десятки и даже сотни километров [14; 15; 16; 17; 18; 11]. В 30-х годах прошлого века олени в большом количестве встречались в восточной части полуострова к северу от оз. Таймыр. К середине прошлого



Условные обозначения:

– территории обитания мигрирующих оленей таймыро-эвенкийской популяции;

– территории летнего и зимнего обитания;

– территории обитания оседлых оленей арктической популяции.

Рисунок 1 – Схема распространения дикого северного оленя на Таймыре и сопредельных территориях

века они стали многочисленными в тундрах Западного Таймыра, в отдельные годы там собиралось до 90% оленей от всего поголовья. Начиная с 80-х годов, их численность стала расти на Центральном, а затем и на Восточном Таймыре.

В 80–90-х годах прошлого века численность таймыро-эвенкийской популяции достигла максимальных значений. В летний период олени встречались фактически на всей территории Таймыра, за исключением его северо-восточной части. В начале 2000-х годов насчитывали четыре крупные летние группировки: енисейскую, пуро-пясинскую, тарейскую и верхнетаймырскую. В последующем территория летнего обитания сократилась, и олени стали крайне редки на Западном Таймыре. При проведении авиаучёта в июле 2021 года олени западнее р. Пясина не встречались.

Авиаобследование, проведённое в начале марта 2021 года в Эвенкии, показало, что также сократились площади зимних территорий обитания оленя. В западной и центральной частях Путорана, где в прошлом отмечались крупные скопления оленей, животные встречались местами и в небольшом количестве. Массовое их нахождение было зафиксировано только в бассейне левых притоков р. Котуй в его среднем течении (район оз. Ессей, р. Чангада).

Первый авиаучёт оленей на Таймыре был проведён в 1959 году. Тогда их численность составляла порядка 110 тыс. особей. В дальнейшем поголовье оленей стало увеличиваться, и к концу 90-х годов оно насчитывало свыше 600 тыс. особей. По мнению специалистов НИИСХ Крайнего Севера, численность могла достигать 1 млн особей [18], но, вероятно, эта оценка была сильно завышена. В 2001 году сотрудники ГУ «Центрохотконтроль» и НИИСХ Крайнего Севера провели авиаучёт таймырских оленей с широким охватом территории на маршрутах общей протяжённостью около 15000 км. По его результатам была установлена численность в 354 тыс. особей [19]. Авиаучёты, состоявшиеся в 2003 г. и 2009 г., показали численность 430 тыс. и 485 тыс. особей соответственно. По результатам авиаучётов, проведённых в 2014 г. и 2017 г., численность составила около 417 тыс. особей.

В 2021 году был проведён полномасштабный авиаучёт, по объёмам работ сравнимый с авиаучётом 2001 года. По его результатам было установлено снижение численности оленей до 250 тыс. особей и их отсутствие на территориях, где ранее они были обычны. Единственная крупная группировка была обнаружена в среднем течении р. Верхняя Таймыра. На остальной обследуемой территории олени встречались единично или мелкими группами.

Численность оленей на зимовках в Эвенкии оценивается в 180–189 тыс. особей [20], но эти цифры требуют уточнения. Со смещением ареала данной популяции на восток увеличилось количество оленей, мигрирующих через северо-западные территории Якутии. Оценить масштабы миграции через эти территории сложно, но, вероятно, можно говорить о десятках тысяч животных, что косвенно могут подтверждать данные авиаучёта 2013

Фото М. Г. Бондаря

Рисунок 2 – Дикий северный олень таймыро-эвенкийской популяции

года. Тогда в Якутию зашло порядка 22–24 тыс. таймырских оленей [21].

Морфологическая характеристика

Тундровые таймырские олени по размерам уступают лесным сибирским, но превосходят европейских лесных, за исключением мурманских оленей, с которыми примерно сопоставимы (рис. 2).

В отличие от лесных оленей, тёмные участки шерсти у них светлее из-за присутствия большого числа волос с белыми концами [4]. Чёрная полоса на брюхе не всегда выражена [11].

Экстерьерные и весовые показатели оленей таймыро-эвенкийской популяции указаны в таблицах 1–7.

В одной выборке на промысле (n = 1121) среди самок комолые особи составляли 11,5%, с одним рогом – 1,95% [24], в другой (n = 2274), соответственно, 7,4% и 0,71% [25].

Таблица 1 – Размеры тела диких северных оленей Таймыра, см [10]

Промеры	Взр. самцы			Взр. самки		
	n	$\bar{X}$ ± m	*lim*	n	$\bar{X}$ ± m	*lim*
Длина тела	42	184,09±1,8	167–217	22	166±1,8	149–180
Длина туловища	42	113,96±1,4	104–133	22	102,93±1,1	90–109
Высота в холке	42	120±0,9	111–134	22	107,6±1,08	97–118
Высота в крестце	42	125,3±1,1	112–142	22	115,2±0,9	109–123
Обхват груди	42	123,6±1,8	100–148	22	112±1,5	96–122

Таблица 2 – Размеры тела и живая масса новорождённых диких северных оленей Таймыра [22]

Промеры и живая масса	*n*	$\bar{X}$ ± m	σ
Длина тела, см	20	71,0±1,2	5,42
Длина туловища, см	19	37,7±0,9	4,12
Высота в холке, см	19	57,5±0,9	3,89
Высота в крестце, см	15	60,2±0,8	3,26
Обхват груди, см	20	40,2±1,0	4,41
Длина уха, см	19	7,5±0,2	0,88
Длина ступни, см	18	32,0±0,8	3,28
Обхват ступни, см	14	6,3±0,2	0,77
Длина передней ноги, см	20	39,7±0,8	3,56
Живая масса, кг	21	5,34±0,2	1,1

Таблица 3 – Размеры черепа диких северных оленей Таймыра, мм

Промеры	По Мухачёву, 1975 [8]		По Зырянову, Павлову, 1989 [23]	
	Взр. самцы, *n* = 6–7	Взр. самки, *n* = 11	Взр. самцы, *n* = 23	Взр. самки, *n* = 45
	$\bar{X}$ ± m	$\bar{X}$ ± m	$\bar{X}$ ± m	$\bar{X}$ ± m
Наибольшая длина	388,4±4,9	331,4±5,5	383,8±1,8	330,4±1,7
Основная длина	344,8±4,6	299,5±4,7	345,0±2,0	301,1±1,5
Длина лицевой части	241,1±2,4	206,6±2,3	235,0±1,6	202,2±1,1
Наибольшая ширина	168,1±2,1	148,4±2,7	165,5±1,1	148,1±0,7
Ширина на уровне межчелюстных костей	70,9±1,6	58,2±1,1	–	–
Скуловая ширина	136,1±3,3	124,8±1,1	137,3±2,8	125,3±1,0
Ширина между надушными буграми	130,0±2,4	109,6±2,9	129,6±1,2	102,0±0,7

Продолжение таблицы 3

Промеры	По Мухачёву, 1975 [8]		По Зырянову, Павлову, 1989 [23]	
	Взр. самцы, *n* = 6–7	Взр. самки, *n* = 11	Взр. самцы, *n* = 23	Взр. самки, *n* = 45
	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$
Ширина затылочной плоскости	95,7±2,1	77,8±1,8	–	–
Расстояние между затылочными мыщелками	68,2±1,8	66,5±1,2	–	–
Длина верхнего ряда зубов	91,7±1,4	88,9±1,5	90,5±1,0	88,8±0,6
Наименьшая ширина носовых костей	31,6±0,9	24,9±1,0	29,7±0,7	24,2±0,4
Наибольшая ширина носовых костей	63,9±1,7	58,4±1,2	62,2±1,0	54,4±0,8
Длина лобных костей	167,7±2,1	141,9±1,6	163,5±1,6	137,8±0,8
Высота затылочной плоскости	81,0±0,4	74,0±1,0	–	–
Длина нижней челюсти до суставного отростка	–	–	308,6±1,8	272,2±1,4
Длина диастемы нижней челюсти	–	–	109,8±1,8	90,2±1,0
Длина нижнего ряда зубов	–	–	101,0±1,1	97,4±0,6

Таблица 4 – Размеры черепа молодых диких северных оленей Таймыра, мм [23]

Промеры	4 месяца, ♂ (*n* = 3) ♀ (*n* = 10)	1 год, ♂ (*n* = 3) ♀ (*n* = 12)	2 года, ♂ (*n* = 8) ♀ (*n* = 10)
	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$
Наибольшая длина	235,0±16,0 / 226,6±7,9	294,3±1,3 / 275,9±7,1	320,7±3,6 / 308,6±3,0
Основная длина	212,2±13,1 / 205,2±7,7	269,3±1,8 / 250,7±6,3	291,8±4,8 / 280,3±3,4
Длина лицевой части	135,8±10,7 / 128,3±5,8	173,3±2,7 / 161,6±4,9	194,1±3,3 / 184,0±3,2
Наибольшая ширина	113,3±6,7 / 110,5±3,4	138,0±0,6 / 132,1±2,5	148,0±1,2 / 139,2±1,5
Скуловая ширина	101,0±5,7 / 99,7±2,7	116,7±0,9 / 112,7±1,7	123,3±1,5 / 119,2±1,2
Ширина между надушными буграми	80,0±4,5 / 79,0±2,2	93,7±1,4 / 91,1±2,3	100,7±1,6 / 95,4±1,8
Длина верхнего ряда зубов	64,5±10,6 / 60,0±5,2	80,0±0,6 / 85,5±4,1	89,3±2,2 / 85,6±2,0
Наименьшая ширина носовых костей	17,8±0,9 / 16,9±0,8	21,0±0,6 / 20,1±0,8	23,6±0,9 / 22,3±0,6
Наибольшая ширина носовых костей	41,0±3,0 / 36,6±2,3	49,5±4,5 / 47,3±1,7	55,1±1,7 / 49,0±1,8
Длина лобных костей	104,8±8,3 / 104,4±3,2	132,0±0,6 / 124,3±2,9	141,5±1,6 / 131,5±1,7
Длина нижней челюсти до суставного отростка	191,3±11,8 / 188,1±6,4	249,0±1,7 / 235,0±6,0	265,0±3,6 / 251,9±3,5
Длина диастемы нижней челюсти	69,7±9,9 / 63,0±3,5	82,8±1,3 / 76,6±2,1	86,8±1,4 / 79,3±2,5
Длина нижнего ряда коренных зубов	58,8±9,0 / 58,0±3,8	84,3±2,0 / 85,7±3,3	97,9±1,6 / 92,2±3,0

Таблица 5 – Характеристика рогов диких северных оленей Таймыра

Показатель	По Зырянову, Павлову, 1989 [23]		По Мухачёву, 1994 [24]	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина рогов, см	103,2±2,7, *n* = 41	38,1±1,6, *n* = 133	112,8±1,49, *n* = 5	36,5±3,0, *n* = 5
Обхват рогов, см	–	–	16,2±0,1, *n* = 5	6,8±0,1, *n* = 5
Внутренний размах, см	–	–	80,6±1,8, *n* = 5	32,5±1,0, *n* = 5
Масса рога, г	2031±16,4, *n* = 20	1705±12,7, *n* = 133	–	–
Количество отростков	13,7±0,9, *n* = 20	4,2 ±0,2, *n* = 133	–	–

Таблица 6 – Живая масса (кг) взрослых диких северных оленей Таймыра в осенний период, 1965–1988 гг. [26]

Половозрастные группы	*n*	$\overline{X} \pm m$
Самцы	137	140,9±5,3
Самки	157	90,2±5,7

Таблица 7 – Живая масса и масса туши диких северных оленей Таймыра в августе – сентябре 1980 г. [11]

Возраст	Самцы			Самки		
	Кол-во	Живая масса, кг	Масса туши, кг	Кол-во	Живая масса, кг	Масса туши, кг
Сеголетки	7	33,4	16,2	6	27,4	14,2
Молодые старше года	5	77,0	35,7	2	63,8	29,9
Взрослые	41	134,5	63,7	31	88,4	39,2

Вариация показателя средней массы взрослых таймырских оленей составляет от 133,0 до 141,4 кг у самцов, от 85 до 91,4 кг – у самок [10; 27; 28; 26; 25].

Особенности экологии

Места обитания, миграции, образ жизни. С началом лета многочисленные стада диких северных оленей заполняют арктические и субарктические тундры Таймырской низменности. Здесь олени находят богатые кормом стации с осоко-пушицевой, разнотравной и кустарниковой растительностью. В середине лета, с установлением жаркой погоды и массовым вылетом кровососущих насекомых, олени сбиваются в плотные стада и активно передвигаются, порой на большое расстояние – до 100 км. Чтобы избавиться от насекомых олени устремляются на север к морскому побережью, а также поднимаются на возвышенности, в том числе на вершины горной системы Бырранга, где имеются снежники. В этот период концентрация оленей бывает особенно высока – на небольших площадях образуются скопления до несколько тысяч особей, состоящие из животных всех половозрастных групп. Существуют они, как правило, не более недели, а затем распадаются [11].

В августе олени начинают передвигаться к местам зимовок, пик этих миграций приходится на сентябрь – октябрь. В сентябре олени выходят в лесотундру и таёжные предгорья, минуя крупные реки: Пясину, Хету, Котуй, Хатангу (рис. 3). Миграции протекают волнами в 6–8 этапов. Основная масса оленей проходит с первой волной. Головную часть группировки преимущественно составляют взрослые самцы [25].

В последние годы сроки осенней миграции смещаются на более позднее время, а её продолжительность увеличивается почти на месяц. Если раньше основная масса оленей (до 80% поголовья) к октябрю покидала Таймырскую низменность, то с конца прошлого века наблюдается задержка миграций до установления ледостава (октябрь – ноябрь) [18; 11].

Ранее, когда олени были многочисленны на Западном Таймыре (енисейская группировка), они спускались к устью Енисея, в октябре – ноябре пе-

Фото И. Н. Поспелова

Рисунок 3 – Дикие северные олени на переправе через р. Котуй в период осенней миграции

реходили по льду реку и занимали её левобережье в бассейнах рек Бол. Хета, Мал. Хета, Солёная, Танама. Часть оленей уходила зимовать в район оз. Пясина [25]. Основная масса оленей (пуро-пясинская и тарейская группировки), которые в летний период выпасались в бассейне р. Пясина, осенью мигрировали на плато Путорана в верховья рек Эмбенчимэ, Курейка и Котуй [18; 11]. В последние годы, по наблюдениям сотрудников ФГБУ «Объединённая дирекция заповедников Таймыра», охотинспекторов, местных жителей и данным авиаучётов, мигрирующих оленей на Западном Таймыре почти не осталось. Прекратились их миграции через Енисей. Опустели зимние пастбища на Путоране – там отмечаются лишь малочисленные и редкие стада оленей.

На территориях Центрального и Восточного Таймыра численность оленей достаточно велика. Держатся они преимущественно в бассейне среднего и нижнего течения р. Верхняя Таймыра, а также южнее и восточнее оз. Таймыр.

Миграции верхнетаймырской группировки оленей протекали следующим образом: с Восточного Таймыра стада переправлялись через реки Хета, Котуй, Хатанга и одним потоком шли в Мойеро-Котуйскую котловину, другим потоком – на западные склоны Анабарского плато, в верховья рек Анабар и Оленёк и их притоков – Бол. Куонамки, Кукусунды, Арга-Салы в Западной Якутии [18; 11]. Такая направленность миграционных маршрутов, видимо, сохраняется и в настоящее время, на что указывают результаты наблюдений за животными, которые были оснащены спутниковыми радиоошейниками (работы по мечению оленей проводились сотрудниками Сибирского федерального университета, Центральносибирского заповедника и «Заповедников Сибири»). Также было установлено, что отдельные стада оленей в период миграций заходят на территорию Якутии, но не остаются там, а уходят на зимовку в северо-восточные районы Эвенкии.

Зимой олени держатся преимущественно по долинам рек и по склонам горных возвышенностей в разреженных лиственничных лесах. Основными факторами, обуславливающими выбор оленями зимних пастбищ, служат состояние снежного покрова и погодные условия. Если в начале зимы олени предпочитают межгорные долины, то в середине зимы, с образованием глубокого снежного покрова, они поднимаются на слабооблесённые и обдуваемые ветрами склоны хребтов и в горные тундры (гольцы). При слишком плотном насте, в бураны и гололедицу, они спускаются в лесной пояс и в долины, где снег более рыхлый. В марте – апреле олени вновь уходят в горные тундры, где на прогреваемых склонах появляется первая зелень [18; 11].

Весенние миграции начинаются в середине марта и проходят по тем же маршрутам, что и осенние. В последние десятилетия олени к местам отёла и летовок, расположенных в средней и северной подзонах субарктической тундры, подходят в конце мая – начале июня, в период интенсивного таяния снега и ледохода. Разливы рек в значительной мере препятствуют переправам животных. В отдалённом прошлом олени появлялись в тундровой зоне лишь в первых числах июня [18; 11]. Чтобы выйти к летним пастбищам,

расположенным на значительном удалении от мест отёла, самки с народившимися телятами вынуждены двигаться в общем стаде и преодолевать полноводные и вскрывшиеся ото льда реки. Преодоление таких сложных препятствий существенно повышает смертность телят [11]. В 70-х годах XX века основные места отёла располагались на Западном Таймыре в междуречье рек Пура и Пясина. Затем, с изменением путей и сроков миграций, отёл оленей стал проходить южнее и восточнее, преимущественно в бассейнах рек Дудыпта, Янгода, Луктах и Горбита. Чаще стали отмечаться случаи отёла мигрирующих оленей в северотаёжной зоне, на плато Путорана. К местам отёла первыми подходят стельные самки с телятами, небольшая часть яловых самок и молодняка. Затем подходят остальные олени, за исключением взрослых самцов, которые остаются в южной кустарниковой тундре до полного распускания зелени. В начале июля самцы группами в 50–60 особей совершают быстрые переходы и соединяются с маточными стадами.

В течение года северные олени проявляют разную двигательную активность (табл. 8).

Половозрастная структура таймыро-эвенкийской популяции диких северных оленей была установлена на основании многолетних данных (табл. 9).

Таблица 8 – Суточный режим диких северных оленей Таймыра [30]

Сезоны	Пастьба		Переходы		Отдых	
	час	%	час	%	час	%
Летний	13,2	55,0	3,1	12,9	7,7	32,1
Раннеосенний	10,8	45,0	6,0	25,0	7,2	30,0
Позднеосенний	11,0	45,8	4,8	20,1	8,2	34,2
Зимний	8,7	36,3	5,5	22,9	9,8	40,8
Ранневесенний	11,6	48,3	3,8	15,8	8,6	35,8
Поздневесенний	10,7	44,5	4,0	16,7	9,3	38,8

Таблица 9 – Расчётная половозрастная структура таймыро-эвенкийской популяции диких северных оленей, % [18]

Возрастная группа	Доля по группам		
	самцы	самки	всего
Сеголетки	9,6	10,4	20,0
1–2 лет	9,0	15,3	24,3
3–7 лет	14,2	30,6	44,8
8–10 лет	1,7	6,3	8,0
Старше 11 лет	1,0	1,9	2,9
Итого	35,5	64,5	100,0

Среди эмбрионов отмечается равное соотношение полов, но в отдельные годы оно может в незначительной степени нарушаться в ту или другую сторону. При обследовании животных на промысле в 1972–1998 годах соотношение полов в постэмбриональный период в возрасте 2–3-х месяцев составляло 1:1,24; к концу первого года – 1:1,68; в возрасте 3–7 лет – 1:2–2,2; в возрасте 8–10 лет – до 1:3,6 [18; 11].

В 1993–2006 годах в общей структуре таймыро-эвенкийской популяции диких северных оленей *(n = 7069)* преобладали животные 3–7 лет, которые составляли 51,1% [25].

Размножение и плодовитость. Гон у таймырских оленей проходит в конце октября – начале ноября в период миграций [18; 11]. Следует заметить, что в 60-х годах XX века он преимущественно проходил в местах зимовок [10]. Во время гона формируются «гаремные» стада численностью от нескольких десятков до 150–200 особей [18; 11]. Более 60% среди участвующих в размножении самцов составляют животные в возрасте 4–8 лет. Среди самцов, достигших репродуктивного возраста, только 5,5% трёхлетних быков принимают участие в размножении [25]. Наибольшими репродуктивными возможностями обладают самки 4–8 лет. Половой зрелости на второй год достигает лишь 32,3% самок [18; 11]. Отёл происходит во второй половине июня, его активная фаза занимает 7–10 дней. Самки на втором году жизни

приносят телят очень редко, на третьем году доля отелившихся самок составляет порядка 50%. В неблагоприятные для оленей годы большинство молодых важенок оказываются яловыми [31; 22]. Плодовитость таймырских оленей отражена в таблице 10.

Питание. Составы кормов таймырских оленей в различные сезоны года представлены в таблицах 11 и 12.

В питании таймырских оленей доминирует травянистая растительность. В лесотундре и горно-таёжной зоне летом в их рационе сохраняется высокое содержание ягеля. По некоторым данным, оно может составлять от 9 до 25% от общего объёма кормов [32; 33].

Смертность, враги и болезни. Естественная смертность северных оленей на Таймыре находится в пределах 4–16% (в среднем 10%). Наибольший отход наблюдается среди телят в первые два месяца жизни – 10% и в целом за первый год жизни – 40% [18; 11]. Большой урон популяции наносят крупные хищники – волк и бурый медведь, численность которых за последние три десятилетия заметно увеличилась и сохраняет

Таблица 10 – Плодовитость самок диких северных оленей Таймыра, по данным весенних промысловых выборок, % [11]

Возрастная группа самок, лет	Показатели плодовитости					
	1981–1983 гг. (*n* = 410)			1987–1991 гг. (*n* = 1053)		
	всех	стельных	яловых	всех	стельных	яловых
3+…6+	79,6	62,6	17,0	79,0	70,4	8,6
7+…9+	14,4	10,4	4,0	15,7	13,7	2,0
Старше 10 лет	6,0	4,3	1,7	5,3	4,3	1,0
Итого	100,0	77,3	22,7	100,0	88,4	11,6

Таблица 11 – Соотношение кормов в рационе диких северных оленей Таймыра по сезонам года, % [30]

Кормовые группы	Сезон года					
	лето, (*n* = 32)	ранняя осень, (*n* = 16)	поздняя осень, (*n* = 15)	зима, (*n* = 52)	ранняя весна, (*n* = 24)	поздняя весна, (*n* = 33)
Лишайники	4,5	12,5	22,7	36,6	32,4	11,7
Травянистая растительность	53,0	48,7	43,2	41,4	44,2	66,2
Кустарнички	31,5	16,6	6,9	5,6	8,4	7,2
Кустарники	2,9	10,1	8,2	6,6	6,6	5,2
Мхи	6,5	6,7	7,9	5,8	4,1	8,3
Прочие	1,6	5,4	11,1	4,0	4,3	1,4
Доля зелёных кормов	85,0	39,5	20,9	13,3	7,5	32,0
Доля ветоши	–	25,1	40,9	34,4	44,6	42,5

Таблица 12 – Соотношение кормов в апрельском рационе диких северных оленей Таймыра на северо-западе плато Путорана [25]

Половозрастная группа	Соотношение кормовых групп, %				
	ветошь травянистых растений	кустарники и кустарнички	подснежная зелень	лишайники	мхи
Самцы: 1–5 лет (*n* = 12)	43,3	33,0	1,0	16,1	6,6
Самки: 3–10 лет (*n* = 12)	42,0	35,7	2,0	14,0	3,3
Телята-самцы (*n* = 2)	42,0	38,1	0,8	15,4	6,8
Телята-самки (*n* = 4)	39,6	32,5	1,3	24,1	2,5

тенденцию роста. В 80-х годах XX века потери оленей от волка составляли 15–20 тыс. особей, или 4,0% от всего поголовья [34], в 90-х годах при высокой численности оленей волк за год уничтожал порядка 30 тыс. особей, или 4,5% от поголовья [18]. Количество оленей, ежегодно погибающих от волков в последние десятилетия, предположительно может достигать 40–50 тыс. особей [35]. Половозрастной состав оленей – жертв волков, судя по их остаткам, близок к половозрастной структуре стад оленей (табл. 13).

На Таймыре дикие северные олени подвержены целому ряду болезней. У 4–7% оленей имеются признаки бруцеллёза, в редких случаях встречается некробактериоз и бешенство [36; 11]. Встречается лейкоз и токсоплазмоз [37]. У них выявлено 16 видов гельминтов [37]. Велика доля животных, страдающих от цистицеркоза – экстенсивность инвазии может превышать 80% [38; 39]. У 3–20% обнаруживается эхинококкоз [18]. Обычны инвазии, вызванные остертагиями, нематодирусами, мониезиями, элафостронгилюсами [40]. От 1 до 12% таймырских диких оленей поражены саркоптозом [39].

Таблица 13 – Количество и половозрастной состав диких северных оленей Таймыра, погибших от волков [11]

Половозрастная группа	Количество, особ.	Количество, %
Взрослые самцы	22	19,5
Взрослые самки	28	24,8
Взрослые (пол не определён)	25	22,1
Всего взрослых	75	66,4
Молодые самцы	3	2,6
Молодые самки	1	0,9
Молодые (пол не определён)	12	10,6
Всего молодых	16	14,1
Всего телят	22	19,5
Всего оленей	113	100,0

Состояние ресурсов, их охрана и использование

Таймыро-эвенкийская популяция дикого северного оленя является самой крупной промысловой популяцией в России. Она в значительной мере обеспечивает продовольственные потребности, доходы и занятость населения на севере Красноярского края. С давних времён добыча таймырских оленей составляла основу жизнедеятельности местных коренных малочисленных народов: нганасан, долган, эвенков. Учитывая значимость ресурсов таймырских оленей, в советский период активно разрабатывались, апробировались и внедрялись учёными НИИСХ Крайнего Севера научные основы управления этой популяцией. На её примере изучалась эффективность промыслового оленеводства, как альтернатива домашнему.

С 70-х годов XX века добыча таймырских оленей была поставлена на промышленную основу. В 1971 году для этих целей был создан госпромхоз «Таймырский». В местах миграции оленей велась плановая заготовка оленины. Создавались промысловые точки, стационарные пункты разделки добытых животных, осуществлялась заготовка продукции в мерзлотниках и её вывоз в период навигации. Добыча преимущественно осуществлялась на водных переправах оленей, а также на участках миграционных путей, на которых устанавливались направляющие ограждения. Наибольшее количество животных было добыто в 1988 году – 130 тыс. особей, но затем объёмы добычи резко стали снижаться. Основной причиной падения заготовок стал чрезмерный промысел, при этом вёлся он в значительной мере избирательно. Преимущественно добывались важенки и животные старших возрастных групп, доля 3–7-летних особей в добыче составляла около 45% [11].

В 90-х годах, из-за перехода на рыночную экономику, система государственных промысловых хозяйств перестала функционировать. Госпромхоз и совхозы, осуществлявшие плановую добычу дикого северного оленя на Таймыре и в Эвенкии, были замещены мелкими хозяйствами различной формы собственности, которые намного снизили экономическую эффективность промысла из-за слабой материально-технической и финансовой обеспеченности и недостатка профессиональных кадров. Хозяйственную деятельность стали осуществлять многочисленные охотпользователи, за которыми закрепили лучшие охотничьи угодья. Промысел стал вестись в значительной степени хаотично и бесконтрольно. В результате ослабления деятельности службы охотнадзора, снизилось качество контроля за добычей, усилилось брако-

ньерство [41]. В 1995–2001 годах средний уровень заготовки на Таймыре снизился до 44 тыс. особей в год [35]. С этого периода заметно сократилась численность оленей на промысловых участках в бассейне р. Пясина и в низовьях правобережья р. Енисей, где раньше отмечались наиболее массовые миграции.

В 2000-х годах появился высокий спрос на панты, и существенную долю в добыче стали составлять взрослые самцы. Браконьерская срезка рогов у самцов на водных переправах стала обычным явлением. Порой она осуществлялась жестоким способом – срезка производилась у живых быков. Это в большинстве случаев приводило к гибели животных. Избирательность промысла стала причиной нарушения половозрастной структуры. В стадах резко сократилась доля молодых особей, что снизило воспроизводственный потенциал популяции. В 2014 году доля телят составила 11,2–13,6%, что вдвое меньше, чем в 70–80-х годах прошлого века [35].

Популяция до сих пор находится под сильным охотничьим прессом. Коренным малочисленным народам Севера (КМНС) предоставлено право осуществлять круглогодичную охоту на диких северных оленей в целях обеспечения традиционного образа жизни. Коренным жителям на Таймыре без лицензий разрешено добывать ежегодно до 8 оленей для собственного потребления и на продажу. Граждан указанной категории только на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района проживает порядка 10 тыс. человек. Таким образом, в результате реализации ими своего права объём добычи может составлять 80 тыс. оленей, что в несколько раз превосходит научно обоснованную квоту добычи. В результате реальная нагрузка на популяцию возрастает весьма существенно, лишая смысла процедуру установления лимитов и квот на добычу.

Добыча оленей таймыро-эвенкийской популяции ведётся также и в западных районах Якутии. Таким образом, на популяцию накладывается дополнительная промысловая нагрузка сверх установленного лимита добычи.

На снижение численности оленей таймыро-эвенкийской популяции влияют и другие факторы. Отмечается деградация пастбищ на основных путях сезонных миграций и в районах зимовок.

Значительный вред популяции приносят выбросы загрязняющих веществ, осуществляемых с промышленных объектов Норильского комбината. Негативное влияние на миграции диких оленей в западной части Таймыра оказали строительство газопровода Мессояха-Норильск и продление сроков навигации на Енисее. На левобережье Енисея значительные площади пастбищ заняты под выпас домашних оленей. Потепление климата – ещё один негативный фактор, влияющий на состояние таймыро-эвенкийской популяции. С ним связано удлинение миграционных путей, смещение мест отёла к югу.

В последнее десятилетие объёмы официальной добычи оленей таймыро-эвенкийской популяции составляли в среднем 30–40 тыс. особей в год, без учёта добычи представителями коренных малочисленных народов Севера и приравненных к ним лиц. По экспертной оценке, фактическая добыча с учётом браконьерской охоты может составлять 60–70 тыс. особей в год [35]. Авиаучёты 2021 года показали резкое снижение численности таймыро-эвенкийской популяции оленей (более чем на 40% относительно показателей авиаучёта 2014 года). Практически полностью исчезли группировки оленей в бассейне р. Пясина, которые в 2014 году насчитывали около 80 тыс. особей. В связи с этим лимит добычи на сезон охоты 2022/2023 годов был снижен и утверждён в размере немногим более 6 тыс. особей.

В последние годы предприняты меры, направленные на улучшение ситуации. Запрещена охота на таймырских оленей на водных переправах и прижизненная срезка пантов, сокращены сроки охоты, усилен контроль в местах добычи. На зимних путях, по которым вывозят продукцию охоты, устанавливаются посты с привлечением сотрудников полиции. Действенной мерой по сохранению и восстановлению численности таймыро-эвенкийской популяции диких северных оленей может стать создание системы управления и контроля на базе ко-менеджмента с участием представителей исполнительных органов местной власти, науки, охотпользователей и коренных народов Таймыра [35].

Домашний северный олень

Домашнее оленеводство на Таймыре появилось сравнительно недавно. Жизненный уклад местного коренного населения всегда был тесно связан с охотой на дикого северного оленя, который водился здесь в изобилии и обеспечивал потребности человека. Лишь в советский период на Таймыре стали активно создаваться оленеводческие хозяйства. До 70-х годов оленеводство успешно развивалось. К 1971 году поголовье домашних оленей достигло 123,1 тыс. особей. К этому времени выросло и поголовье «дикаря», которое превысило 300 тыс. особей, а также увеличились объёмы его добычи. С этого периода домашнее оленеводство стало приходить в упадок. Рентабельность при добыче дикого оленя намного выше, чем при ведении оленеводства, поэтому было принято решение развивать так называемое промысловое направление в оленеводстве. К 2000 году численность домашних оленей сократилась

до 40,5 тыс. особей. В центральный части Таймыра выпас оленей вообще прекратился.

На современном этапе домашнее оленеводство ведётся лишь в двух очагах – в низовьях р. Енисей и в низовьях рек Хатанга и Попигай. В последние годы отрасль вновь оказалась на подъёме, особенно в западной части Таймыра, где она обеспечивает потребности населения крупных промышленных городов: Норильска и Дудинки. Численность домашних оленей в округе в 2021 году составила 119,2 тыс. особей [42]. С недавнего времени на левобережье Енисея из Ямало-Ненецкого автономного округа стали перегонять свои стада ненцы. Численность ненецких оленей достигает 10–15 тыс. голов [35].

Таймырских оленей выделяют в отдельный экотип ненецкой породы. В западной части Таймыра выпасаются олени, имеющие происхождение от лесных эвенкийских оленей и адаптированные к содержанию в тундре [43; 44].

Выводы. На Таймыре обитает крупнейшая в России мигрирующая тундровая популяция диких северных оленей с численностью около 250 тыс. особей.

Несмотря на все усилия по созданию эффективной системы управления и ведению рационального промысла, состояние популяции в настоящее время оценивается как неблагополучное. Наибольший урон поголовью диких северных оленей таймыро-эвенкийской популяции нанесли перепромысел и браконьерская охота. Негативное влияние на состояние популяции оказали техногенные факторы: деятельность Норильского промышленного комплекса, строительство линейных сооружений, удлинение сроков навигации на р. Енисей. К этим факторам, сокращающим численность таймырских оленей, добавились природные: потепление климата, рост численности волка.

Для сохранения и восстановления численности таймыро-эвенкийской популяции дикого северного оленя необходимо обеспечить качественный мониторинг, усилить её охрану и охотничий контроль. Действенной мерой может стать создание системы контроля и квотирования добычи при совместном участии представителей исполнительных органов власти, науки, охотпользователей и коренных народов Таймыра. Для обеспечения контроля объёмов изъятия необходимо проработать механизм предоставления бесплатных разрешений на добычу дикого северного оленя лицам, относящимся к КМНС.

Список источников

1. Давыдов А. В., Моргунов Н. А., Чугреев М. К., Ткачева И. С. Северные олени таёжной зоны Западной Сибири // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 10–21. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.002.

2. Давыдов А. В., Моргунов Н. А., Чугреев М. К., Ткачева И. С. Северные олени таёжной зоны Восточной Сибири // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4 (60). С. 74–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.009.

3. Давыдов А. В., Моргунов Н. А., Чугреев М. К., Ткачева И. С. Северные олени Охотского региона // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 72–84. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.009.

4. Флеров К. К. Копытные (Ungulta) Арктических стран // Звери Арктики. Л. : Изд-во Главсевморпути, 1935. С. 144–182.

5. Флеров К. К. Кабарги и олени // Фауна СССР. Млекопитающие. М.-Л., 1952. Т. 1, вып. 2. С. 222–247.

6. Друри И. В. Дикий северный олень советской Арктики и Субарктики // Тр. Арктического НИИ, 1949. Т. 200. С. 1–80.

7. Гептнер В. Г., Насимович А. А., Банников А. Г. Млекопитающие Советского Союза. Парнокопытные и непарнокопытные. Род сев. оленей. М. : Высш. школа, 1961. Т. 1. С. 299–360.

8. Мухачев А. Д. Сравнительная краниологическая характеристика домашних и диких северных оленей Таймыра // Тр. НИИСХ Кр. Севера. 1975. Т. 21. С. 28–31.

9. Данилкин А. А. Оленьи // Млекопитающие России и сопредельных регионов. М. : ГЕОС, 1999. С. 301–358. ISBN 5-89118-092-8.

10. Мичурин Л. Н. О некоторых морфологических особенностях дикого северного оленя полуострова Таймыр // Зоологический журнал. 1965. Т. 44, №. 9. С. 1396–1404. ISSN 0044-5134.

11. Лайшев К. А., Мухачев А. Д., Колпащиков Л. А. [и др.] Северные олени Таймыра. Новосибирск : Изд-во Типография ООО «Ревик-К», 2002. 340 с.

12. Колпащиков Л. А., Мухачев А. Д., Шапкин А. М. Эколого-морфофизиологическая характеристика диких северных оленей Центрального Таймыра // Биологические ресурсы Крайнего Севера: изучение и использование : сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд. ГНУ НИИСХ Кр. Севера. СПб. : ГУАП, 2009. С. 43–53. EDN VCWGTT.

13. Макеев В. М., Клоков К. Б., Колпащиков Л. А., Михайлов В. В. Северный олень в условиях изменяющегося климата : монография. СПб. : Лемма, 2014. 244 с. ISBN 978-5-98193-054-6.

14. Наумов Н. П. Дикий северный олень. М.-Л. : КОИЗ, 1933. 73 с.

15. Мичурин Л. Н. Распространение и миграция диких северных оленей на Таймырском полуострове // Тр. ВСХИЗО. 1963. Вып. 15. С. 150–159.

16. Кречмар А. В. Дикий северный олень в бассейне реки Пясина // Зоологический журнал. 1966. Т. 45, № 4. С. 599–608. ISSN 0044-5134.

17. Павлов Б. М., Боржонов Б. Б., Зырянов В. А. [и др.] о миграциях диких северных оленей на Таймыре // Тр. НИИСХ Кр. Севера. 1969. Вып. 17. С. 158–163.

18. Колпащиков Л. А. Таймырская популяция дикого северного оленя (биологические основы управления и устойчивого использования ресурсов) : автореф. дис. … д-ра биол. наук : специальность 11.00.11 / Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. Норильск, 2000. 48 с.

19. Папонов В. А. Дикий северный олень // Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование). М. : ГУ Центрохотконтроль, 2004. Вып. 6. С. 44–49.

20. Савченко П. А., Муравьёв А. Н., Максимова У. В. О диких оленях Таймыра и Эвенкии // Региональные проблемы экологии и охраны животного мира : материалы Всеросс. науч. конф. (Улан-Удэ, 01–02 февраля 2019 г.). Улан-Удэ : Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, 2019. С. 198–201. EDN YWLTCX.

21. Кривошапкин А. А. Миграция диких северных оленей (*Rangifer tarandus* L.) таймырской популяции на территорию северо-западной Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2016. № 6 (56). С. 15–20. ISSN 2222-5404.

22. Зырянов В. А., Винокуров Ю. И. Сравнительная эколого-морфологическая характеристика новорождённых диких и домашних северных оленей Таймыра // Ресурсы, экология и рациональное использование диких северных оленей в СССР : сб. науч. тр. Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1990. С. 74–84.

23. Зырянов В. А., Павлов Б. М. Краниометрическая характеристика дикого северного оленя Таймыра // Млекопитающие и птицы севера Средней Сибири. Новосибирск : НИИСХ Крайнего Севера, 1989. С. 5–17.

24. Мухачев А. Д. Морфологическая характеристика рогов северных оленей Средней Сибири // Науч.-техн. бюлл. НИИСХ Кр. Севера. 1994. Вып. 1. С. 17–20.

25. Шапкин А. М. Мониторинг основных группировок дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) в экосистеме Западного Таймыра : автореф. дис. … канд. биол. наук : специальность 03.02.08 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2012. 23 с.

26. Павлов Б. М., Колпащиков Л. А., Зырянов В. А. [и др.] К морфофизиологической характеристике диких северных оленей Таймырской популяции // Млекопитающие и птицы севера Средней Сибири : сб. науч. тр. Новосибирск : Изд-во Редакционно-полиграфическое объединение СО РАСХН, 1989. С. 17–27. EDN ZBIZCX.

27. Якушкин Г. Д., Павлов Б. М., Геллер М. Х. [и др.] Эколого-популяционная характеристика и задачи дальнейшего изучения диких северных оленей Таймыра // Дикий северный олень в СССР. М. : Сов. Россия, 1975. С. 53–60.

28. Соломаха А. И., Павлов Б. М., Штеле А. А. Научные и практические основы создания промыслового оленеводства // Экология, охрана и хозяйственное использование диких северных оленей. Новосибирск, 1985. С. 3–16.

29. Поспелов И. Н., Бондарь М. Г., Колпащиков Л. А., Поспелова Е. Б. История и современное состояние биосферных особо охраняемых природных территорий Таймыра // Вопросы географии. 2021. № 152. С. 429–457. DOI 10.24057/probl.geogr.152.16.

30. Колпащиков Л. А. Дикий северный олень Таймыра: особенности экологии и рациональное использование ресурсов : автореф. дис. … канд. биол. наук : специальность 03.00.16. М., 1982. 23 с.

31. Павлов Б. М., Арсентьева Н. Ф., Боржонов Б. Б. [и др.] Демографическая структура таймырской популяции диких северных оленей // Экология, охрана и хозяйственное использование диких северных оленей. Новосибирск, 1985. С. 71–80.

32. Мичурин Л. Н., Махаева Л. В. Питание дикого северного оленя на Таймыре // Зоологический журнал. 1962. Т. 41, № 12. С. 1883–1888. ISSN 0044-5134.

33. Ларин В. В., Шелковникова Т. А. Особенности питания диких северных оленей на плато Путорана // Экология, охрана и хозяйственное использование диких северных оленей. Новосибирск, 1985. С. 117–138.

34. Сыроечковский Е. Е. Северный олень. М. : Агропромиздат, 1986. 256 с.

35. Колпащиков Л. А., Бондарь М. Г., Михайлов В. В. Современная история таймырской популяции дикого северного оленя: динамика, управление, угрозы и пути сохранения // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 11. С. 5–20. DOI 10.17076/eco1045.

36. Забродин В. А. Материалы о некоторых болезнях диких северных оленей таймырской популяции // Дикий северный олень в СССР. М. : Сов. Россия, 1975. С. 121–128.

37. Забродин В. А., Лайшев К. А., Кечин В. П. Результаты изучения инфекционных и инвазионных заболеваний в таймырской популяции диких северных оленей // Северный олень в России, 1982–2002 гг. М. : Триада-фарм, 2003. С. 261–272.

38. Шалаева Н. М. К гельминтофауне дикого северного оленя Западного Таймыра // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Биология, почвоведение. 1972. № 5. С. 99–100.

39. Мицкевич В. Ю., Савельев В. Д. О роли дикого северного оленя в эпизоотологии инвазионных заболеваний на Таймыре // Дикий северный олень в СССР. М. : Сов. Россия, 1975. С. 117–120.

40. Рудковский А. И., Колпащиков Л. А. К вопросу о паразитах пищеварительного тракта диких северных оленей на Западном Таймыре // Биологические ресурсы Крайнего Севера: изучение и использование : сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд. ГНУ НИИСХ Кр. Севера. СПб. : ГУАП, 2009. С. 121–129. EDN UXIJMR.

41. Павлов П. М. Олень на заклание. Влияние браконьерства и перепромысла на дикого северного оленя и первоочередные меры охраны вида в Российской Федерации // Охотник. 2017. № 2. С. 10–13.

42. Калитин Р. Р. Современное состояние, проблемы северного домашнего оленеводства и пути их решения // Российская Арктика. 2021. № 4 (15). С. 28–39. DOI 10.24412/2658-4255-20214-28-39.

43. Устрецкий С. Оленеводство Хатангского района // Сб. по оленеводству, тундровой ветеринарии и зоотехнике. М., 1932. С. 159–174.

44. Помишин С. Б. Проблемы породы и ее совершенствование в оленеводстве. Якутск : Якутск. кн. изд., 1981. 180 с.

References

1. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni tayozhnoj zony Zapadnoj Sibiri // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 3 (59). S. 10–21. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.002.

2. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni tayozhnoj zony Vostochnoj Sibiri // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 4 (60). S. 74–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.009.

3. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni Ohotskogo regiona // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 1 (61). S. 72–84. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.009.

4. Flerov K. K. Kopytnye (Ungulta) Arkticheskih stran // Zveri Arktiki. L. : Izd-vo Glavsevmorputi, 1935. S. 144–182.

5. Flerov K. K. Kabargi i oleni // Fauna SSSR. Mlekopitayushchie. M.-L., 1952. T. 1, vyp. 2. S. 222–247.

6. Druri I. V. Dikij severnyj olen' sovetskoj Arktiki i Subarktiki // Tr. Arkticheskogo NII, 1949. T. 200. S. 1–80.

7. Geptner V. G., Nasimovich A. A., Bannikov A. G. Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuza. Parnokopytnye i neparnokopytnye. Rod sev. olenej. M. : Vyssh. shkola, 1961. T. 1. S. 299–360.

8. Mukhachev A. D. Sravnitel'naya kraniologicheskaya harakteristika domashnih i dikih severnyh olenej Tajmyra // Tr. NIISKH Kr. Severa. 1975. T. 21. S. 28–31.

9. Danilkin A. A. Olen'i // Mlekopitayushchie Rossii i sopredel'nyh regionov. M. : GEOS, 1999. S. 301–358. ISBN 5-89118-092-8.

10. Michurin L. N. O nekotoryh morfologicheskih osobennostyah dikogo severnogo olenya poluostrova Tajmyr // Zoologicheskij zhurnal. 1965. T. 44, №. 9. S. 1396–1404. ISSN 0044-5134.

11. Lajshev K. A., Mukhachev A. D., Kolpashchikov L. A. [i dr.] Severnye oleni Tajmyra. Novosibirsk : Izd-vo Tipografiya OOO «Revik-K», 2002. 340 s.

12. Kolpashchikov L. A., Mukhachev A. D., Shapkin A. M. Ekologo-morfofiziologicheskaya harakteristika dikih severnyh olenej Central'nogo Tajmyra // Biologicheskie resursy Krajnego Severa: izuchenie i ispol'zovanie : sb. nauch. tr. RASKHN. Sib. otd. GNU NIISKH Kr. Severa. SPb. : GUAP, 2009. S. 43–53. EDN VCWGTT.

13. Makeev V. M., Klokov K. B., Kolpashchikov L. A., Mikhajlov V. V. Severnyj olen' v usloviyah izmenyayushchegosya klimata : monografiya. SPb. : Lemma, 2014. 244 s. ISBN 978-5-98193-054-6.

14. Naumov N. P. Dikij severnyj olen'. M.-L. : KOIZ, 1933. 73 s.

15. Michurin L. N. Rasprostranenie i migraciya dikih severnyh olenej na Tajmyrskom poluostrove // Tr. VSKHIZO. 1963. Vyp. 15. S. 150–159.

16. Krechmar A. V. Dikij severnyj olen' v bassejne reki Pyasina // Zoologicheskij zhurnal. 1966. T. 45, № 4. S. 599–608. ISSN 0044-5134.

17. Pavlov B. M., Borzhonov B. B., Zyryanov V. A. [i dr.] o migraciyah dikih severnyh olenej na Tajmyre // Tr. NIISKH Kr. Severa. 1969. Vyp. 17. S. 158–163.

18. Kolpashchikov L. A. Tajmyrskaya populyaciya dikogo severnogo olenya (biologicheskie osnovy upravleniya i ustojchivogo ispol'zovaniya resursov) : avtoref. dis. … d-ra biol. nauk : special'nost' 11.00.11 / In-t problem ekologii i evolyucii im. A. N. Severtsova RAN. Noril'sk, 2000. 48 s.

19. Paponov V. A. Dikij severnyj olen' // Ohotnich'i zhivotnye Rossii (biologiya, ohrana, resursovedenie, racional'noe ispol'zovanie). M. : GU Centrohotkontrol', 2004. Vyp. 6. S. 44–49.

20. Savchenko P. A., Murav'ev A. N., Maksimova U. V. O dikih olenyah Tajmyra i Evenkii // Regional'nye problemy ekologii i ohrany zhivotnogo mira : materialy Vseross. nauch. konf. (Ulan-Ude, 01–02 fevralya 2019 g.). Ulan-Ude : Buryatskij gosudarstvennyj universitet im. Dorzhi Banzarova, 2019. S. 198–201. EDN YWLTCX.

21. Krivoshapkin A. A. Migraciya dikih severnyh olenej (*Rangifer tarandus* L.) tajmyrskoj populyacii na territoriyu severo-zapadnoj YAkutii // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M. K. Ammosova. 2016. № 6 (56). S. 15–20. ISSN 2222-5404.

22. Zyryanov V. A., Vinokurov Yu. I. Sravnitel'naya ekologo-morfologicheskaya harakteristika novorozhdyonnyh dikih i domashnih severnyh olenej Tajmyra // Resursy, ekologiya i racional'noe ispol'zovanie dikih severnyh olenej v SSSR : sb. nauch. tr. Novosibirsk : SO VASKHNIL, 1990. S. 74–84.

23. Zyryanov V. A., Pavlov B. M. Kraniometricheskaya harakteristika dikogo severnogo olenya Tajmyra // Mlekopitayushchie i pticy severa Srednej Sibiri. Novosibirsk : NIISKH Krajnego Severa, 1989. S. 5–17.

24. Mukhachev A. D. Morfologicheskaya harakteristika rogov severnyh olenej Srednej Sibiri // Nauch.-tekhn. byull. NIISKH Kr. Severa. 1994. Vyp. 1. S. 17–20.

25. Shapkin A. M. Monitoring osnovnyh gruppirovok dikogo severnogo olenya (*Rangifer tarandus* L.) v ekosisteme Zapadnogo Tajmyra : avtoref. dis. … kand. biol. nauk : special'nost' 03.02.08 / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2012. 23 s.

26. Pavlov B. M., Kolpashchikov L. A., Zyryanov V. A. [i dr.] K morfofiziologicheskoj harakteristike dikih severnyh olenej Tajmyrskoj populyacii // Mlekopitayushchie i pticy severa Srednej Sibiri : sb. nauch. tr. Novosibirsk : Izd-vo Redakcionno-poligraficheskoe ob"edinenie SO RASKHN, 1989. S. 17–27. EDN ZBIZCX.

27. Yakushkin G. D., Pavlov B. M., Geller M. H. [i dr.] Ekologo-populyacionnaya harakteristika i zadachi dal'nejshego izucheniya dikih severnyh olenej Tajmyra // Dikij severnyj olen' v SSSR. M. : Sov. Rossiya, 1975. S. 53–60.

28. Solomakha A. I., Pavlov B. M., Shtele A. A. Nauchnye i prakticheskie osnovy sozdaniya promyslovogo olenevodstva // Ekologiya, ohrana i hozyajstvennoe ispol'zovanie dikih severnyh olenej. Novosibirsk, 1985. S. 3–16.

29. Pospelov I. N., Bondar' M. G., Kolpashchikov L. A., Pospelova E. B. Istoriya i sovremennoe sostoyanie biosfernyh osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij Tajmyra // Voprosy geografii. 2021. № 152. S. 429–457. DOI 10.24057/probl.geogr.152.16.

30. Kolpashchikov L. A. Dikij severnyj olen' Tajmyra: osobennosti ekologii i racional'noe ispol'zovanie resursov : avtoref. dis. … kand. biol. nauk : special'nost' 03.00.16. M., 1982. 23 s.

31. Pavlov B. M., Arsent'eva N. F., Borzhonov B. B. [i dr.] Demograficheskaya struktura tajmyrskoj populyacii dikih severnyh olenej // Ekologiya, ohrana i hozyajstvennoe ispol'zovanie dikih severnyh olenej. Novosibirsk, 1985. S. 71–80.

32. Michurin L. N., Makhaeva L. V. Pitanie dikogo severnogo olenya na Tajmyre // Zoologicheskij zhurnal. 1962. T. 41, № 12. S. 1883–1888. ISSN 0044-5134.

33. Larin V. V., Shelkovnikova T. A. Osobennosti pitaniya dikih severnyh olenej na plato Putorana // Ekologiya, ohrana i hozyajstvennoe ispol'zovanie dikih severnyh olenej. Novosibirsk, 1985. S. 117–138.

34. Syroechkovskij E. E. Severnyj olen'. M. : Agropromizdat, 1986. 256 s.

35. Kolpashchikov L. A., Bondar' M. G., Mikhajlov V. V. Sovremennaya istoriya tajmyrskoj populyacii dikogo severnogo olenya: dinamika, upravlenie, ugrozy i puti sohraneniya // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. 2019. № 11. S. 5–20. DOI 10.17076/eco1045.

36. Zabrodin V. A. Materialy o nekotoryh boleznyah dikih severnyh olenej tajmyrskoj populyacii // Dikij severnyj olen' v SSSR. M. : Sov. Rossiya, 1975. S. 121–128.

37. Zabrodin V. A., Lajshev K. A., Kechin V. P. Rezul'taty izucheniya infekcionnyh i invazionnyh zabolevanij v tajmyrskoj populyacii dikih severnyh olenej // Severnyj olen' v Rossii, 1982–2002 gg. M. : Triada-farm, 2003. S. 261–272.

38. Shalaeva N. M. K gel'mintofaune dikogo severnogo olenya Zapadnogo Tajmyra // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 6. Biologiya, pochvovedenie. 1972. № 5. S. 99–100.

39. Mitskevich V. Yu., Savel'ev V. D. O roli dikogo severnogo olenya v epizootologii invazionnyh zabolevanij na Tajmyre // Dikij severnyj olen' v SSSR. M. : Sov. Rossiya, 1975. S. 117–120.

40. Rudkovskij A. I., Kolpashchikov L. A. K voprosu o parazitah pishchevaritel'nogo trakta dikih severnyh olenej na Zapadnom Tajmyre // Biologicheskie resursy Krajnego Severa: izuchenie i ispol'zovanie : sb. nauch. tr. RASKHN. Sib. otd. GNU NIISKH Kr. Severa. SPb. : GUAP, 2009. S. 121–129. EDN UXIJMR.

41. Pavlov P. M. Olen' na zaklanie. Vliyanie brakon'erstva i perepromysla na dikogo severnogo olenya i pervoocherednye mery ohrany vida v Rossijskoj Federacii // Ohotnik. 2017. № 2. S. 10–13.

42. Kalitin R. R. Sovremennoe sostoyanie, problemy severnogo domashnego olenevodstva i puti ih resheniya // Rossijskaya Arktika. 2021. № 4 (15). S. 28–39. DOI 10.24412/2658-4255-20214-28-39.

43. Ustretskij S. Olenevodstvo Hatangskogo rajona // Sb. po olenevodstvu, tundrovoj veterinarii i zootekhnike. M., 1932. S. 159–174.

44. Pomishin S. B. Problemy porody i ee sovershenstvovanie v olenevodstve. YAkutsk : YAkutsk. kn. izd., 1981. 180 s.

Сведения об авторах

Андрей Васильевич Давыдов – кандидат биологических наук, заведующий отделом мониторинга и опытных работ в охотничьем хозяйстве, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства», adavydov2012@yandex.ru.

Николай Александрович Моргунов – кандидат биологических наук, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства», spin-код: 2849-2069.

Михаил Константинович Чугреев – доктор биологических наук, заведующий отделом научных исследований в сфере охотничьего хозяйства, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства», spin-код: 7139-8979.

Ирина Сергеевна Ткачева – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела научных исследований в сфере охотничьего хозяйства, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства», spin-код: 7668-2022.

Information about the authors

Andrey V. Davydov – Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Monitoring and Experimental Work in the Hunting Industry, Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development of Game Management, adavydov2012@yandex.ru.

Nikolay A. Morgunov – Candidate of Biological Sciences, Director, Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development of Game Management, spin-code: 2849-2069.

Mikhail K. Chugreev – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Scientific Research in the Field of Hunting, Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development of Game Management, spin-code: 7139-8979.

Irina S. Tkacheva – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Scientific Research in the Field of Hunting, Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development of Game Management, spin-code: 7668-2022.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 636.082/33.02
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.002

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ТЁЛОК НА ПИЩЕВУЮ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

В. И. Косилов[1], И. В. Миронова[2, 3], В. В. Гудыменко[4], Г. М. Долженкова[5], Е. П. Миронова[6]
[1]Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия
[2, 5, 6]Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
[3]Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия
[4]Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Валерьевна Миронова,
mironova_irina-v@mail.ru, ORCID 0000-0002-5948-9563

Реферат. В статье приводятся результаты изучения химического состава и энергетической ценности мышечной ткани чистопородных тёлок чёрно-пёстрой породы и её помесей первого и второго поколения с голштинами. При проведении контрольного убоя тёлок в 18-месячном возрасте установлено, что помесный молодняк превосходил чистопородных сверстниц по содержанию сухого вещества длиннейшей мышцы спины на 0,88–1,89%, массовой доле экстрагируемого жира – на 0,33–0,66%, протеина – на 0,53–1,18% при практически равном уровне минеральных веществ. При этом чистопородные тёлки уступали помесным сверстницам по содержанию сухого вещества в мышечной ткани туши на 3,76–6,69 кг (10,39–18,50%), массе белка – на 2,80–4,92 (9,32–16,38%), массе экстрагируемого жира – на 0,83–1,53 кг (18,20–33,55%), концентрации энергии в 1 кг мышечной ткани – на 219,47–455,65 кДж (4,80–9,96%), энергетической ценности мышечной ткани туши – на 80,33–144,00 МДж (11,59–20,77%). Преимущество по всем анализируемым показателям было на стороне помесных тёлок второго поколения.

Ключевые слова: *скотоводство, тёлки, чёрно-пёстрая порода, помеси с голштинами, туша, длиннейшая мышца спины, пищевая и энергетическая ценность*

THE INFLUENCE OF THE HEIFER GENOTYPE ON THE NUTRITIONAL AND ENERGY VALUE OF MUSCLE TISSUE

Vladimir I. Kosilov[1], Irina V. Mironova[2, 3], Vitaly V. Gudymenko[4], Galina M. Dolzhenkova[5], Ekaterina P. Mironova[6]
[1] Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia
[2, 5, 6]Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
[3]Ufim State Petroleum Technical University, Ufa, Russia
[4]Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

The author responsible for the correspondence: Irina V. Mironova,
mironova_irina-v@mail.ru, ORCID 0000-0002-5948-9563

Abstract. The article presents the results of studying the chemical composition and energy value of the muscle tissue of purebred heifers of the Black-and-White breed and its crossbreeds of the first and second generation with Holsteins. During the control slaughter of heifers at the age of 18 months, it was found that crossbred young stock exceeded purebred herdmates in the dry matter content of the longest back muscle by 0.88–1.89%, the mass fraction of extracted fat – by 0.33–0.66%, protein – by 0.53–1.18% with an almost equal level of mineral substances. At the same time, purebred heifers were inferior to their crossbred herdmates in terms of dry matter content in the muscle tissue of the carcass – by 3.76–6.69 kg (10.39–18.50%), protein weight – by 2.80–4.92 (9.32–16.38%), the mass of extracted fat – by 0.83–1.53 kg (18.20–33.55%), energy concentration in 1 kg of muscle tissue – by 219.47–455.65 kJ (4.80–9.96%), the energy value of the muscle tissue of the carcass – by 80.33–144.00 MJ (11.59–20.77%). The advantage in all analyzed indicators was on the side of crossbred heifers of the second generation.

Keywords: *cattle breeding, heifers, Black-and-White breed, crossbreeds with Holsteins, carcass, the longest back muscle, nutritional and energy value*

Введение. Актуальной задачей агропромышленного комплекса является обеспечение продовольственной безопасности страны [1–3]. В связи с этим необходимо добиться ускоренного развития животноводства [4–6]. Особую остроту приобретает решение вопроса обеспечения населения страны мясом и мясной продукцией высокого качеств [7–10]. Поэтому необходимо рационально использовать имеющиеся генетические ресурсы всех отраслей животноводства, в том числе и скотоводства [11–13]. Перспективным является использование такого селекционного приёма, как межпородное скрещивание [14–16]. При совершенствовании чёрно-пёстрого скота широко используются генетические ресурсы зарубежной селекции, в частности, голштины. При этом сверхремонтный молодняк, не используемый для ремонта основного стада, является существенным резервом производства говядины [17–19].

Материалы и методы исследований. После интенсивного выращивания с целью определения влияния генотипа молодняка на пищевую и энергетическую ценность мышечной ткани при использовании методических указаний ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977) [20] провели контрольный убой трёх тёлок из каждой группы: I группа – чёрно-пёстрая порода, II группа – ½ голштин х ½ чёрно-пёстрая, III группа – $^3/_4$ голштин х $^1/_4$чёрно-пёстрая. С целью определения пищевой и энергетической ценности мышечной ткани были взяты образцы длиннейшей мышцы спины с правой полутуши между 9 и 11 ребрами. По общепринятым методикам был определён химический состав длиннейшей мышцы спины. После обвалки правой полутуши и жиловки съедобной её части было определено содержание сухого вещества, белка и экстрагируемого жира в массе мышечной ткани.

Учитывая, что при биологическом окислении 1 г белка в организме выделяется 4,1 ккал энергии, а 1 г экстрагируемого жира – 9,3 ккал энергии, была рассчитана концентрация энергии в 1 кг мышечной ткани и энергетическая ценность всей мышечной ткани полутуши.

Используя методические указания Н. А. Плохинского (1970) [21], вычисляли среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Достоверность показателей устанавливали с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Известно, что пищевая ценность мяса во многом обусловлена химическим составом мышечной ткани, у откормленного молодняка крупного рогатого скота занимающей свыше 75% массы мясной туши. При этом следует иметь в виду, что химический состав мышечной ткани обусловлен взаимодействием различных факторов. При содержании в одинаковых условиях и полноценном сбалансированном кормлении её химический состав зависит от генотипа животных. Это положение подтверждается результатами нашего исследования (табл. 1).

При этом помесный молодняк II и III групп, вследствие проявления эффекта скрещивания, превосходил чистопородных сверстниц I группы по содержанию сухого вещества в средней пробе длиннейшей мышцы спины на 0,88% ($P < 0,05$) и 1,88% ($P < 0,05$) соответственно. В свою очередь помеси второго поколения III группы превосходили помесей первого поколения II группы по величине анализируемого показателя на 1,01% ($P < 0,05$).

Межгрупповые различия по содержанию сухого вещества в длиннейшей мышце спины обусловлены неодинаковой концентрацией питательных веществ в мышце тёлок разных подопытных групп. Установлено, что чистопородные тёлки I группы уступали помесным сверстницам II и III групп по массовой доле экстрагируемого жира на 0,33% ($P < 0,05$) и 0,66% ($P < 0,05$), протеина – на 0,53% ($P < 0,05$) и 1,18% ($P < 0,05$). При этом лидирующее положение по содержанию питательных веществ в длиннейшей мышце спины занимали помеси второго поколения по голштинам. Так, по

Таблица 1 – Химический состав длиннейшей мышцы спины чистопородных и помесных тёлок в 18 мес.

Группа	Показатель									
	Влага		Сухое вещество		в том числе					
					Жир		Протеин		Зола	
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv
I	76,14±0,83	2,33	23,86±0,83	2,33	3,01±0,21	2,40	19,81±1,43	2,31	1,04±0,12	1,43
II	75,26±0,97	2,55	24,74±0,97	2,55	3,34±0,30	2,61	20,34±1,58	2,43	1,06±0,14	1,50
III	74,25±0,98	2,70	25,75±0,98	2,70	3,67±0,42	2,74	20,99±1,72	2,71	1,09±0,16	1,71

массовой доле экстрагируемого жира это преимущество составляло 0,33% (P < 0,05), протеина – 0,65% (P < 0,05). По содержанию минеральных веществ существенных межгрупповых различий не отмечалось.

Межгрупповые различия, обусловленные генотипом тёлок, установлены и по выходу питательных веществ в мышечной ткани (табл. 2).

При этом помесные тёлки II и III групп превосходили чистопородных сверстниц I группы по содержанию сухого вещества в одном килограмме мышечной ткани на 8,8 г (3,69%) и 18,6 г (7,92%), белка – на 5,3 г (2,67%) и 11,8 г (5,96%), экстрагируемого жира – на 3,3 г (10,96%) и 6,6 г (21,93) соответственно. Характерно, что преимущество по величине анализируемых показателей было на стороне помесей второго поколения III группы. Помесные тёлки первого поколения II группы уступали им по содержанию сухого вещества в 1 кг мышечной ткани на 10,0 г (4,04%), белка – на 6,5 г (3,20%), экстрагируемого жира – на 3,3 г (9,88 %).

Таблица 2 – Выход питательных веществ и энергетическая ценность мышечной ткани чистопородных и помесных тёлок в 18 мес.

Показатель	Группа		
	I	II	III
Содержание сухого вещества:			
– в 1 кг мышечной ткани, г	238,6	247,4	257,5
– в мышечной ткани туши, кг	36,17	39,93	42,87
Содержание белка:			
– в 1 кг мышечной ткани, г	198,1	203,4	209,9
– в мышечной ткани туши, кг	30,03	32,83	34,95
Содержание экстрагируемого жира:			
– в 1 кг мышечной ткани, г	30,1	33,4	36,7
– в мышечной ткани туши, кг	4,56	5,39	6,11
Энергетическая ценность:			
– в 1 кг мышечной ткани, кДж	4572,57	4792,04	5032,12
– в мышечной ткани туши, МДж	693,20	773,53	837,84

Полученные данные и их анализ свидетельствуют, что вследствие различного содержания питательных веществ в 1 кг мышечной ткани у тёлок подопытных групп и неодинаковой её массы установлены межгрупповые различия по валовому выходу сухого вещества, белка и экстрагируемого жира в мышцах туши. При этом чистопородные тёлки I группы уступали помесным сверстницам II и III групп по массе сухого вещества, содержащегося в мышечной ткани туши, соответственно, на 3,76 кг (10,39%) и 6,70 кг (18,52%), белка – на 2,80 кг (9,32%) и 4,92 кг (16,38%), экстрагируемого жира – на 0,83 кг (18,20%) и 1,55 кг (33,99%).

Установлено, что лидирующее положение по величине анализируемых показателей занимали помесные тёлки второго поколения III группы. Достаточно отметить, что помесные тёлки III группы превосходили помесных сверстниц II группы по содержанию сухого вещества в мышечной ткани туши на 2,94 кг (7,36%), белка – на 2,12 кг (6,46%), экстрагируемого жира – на 0,72 кг (15,36%).

Известно, что мясная продукция является источником поступления в организм энергии, используемой в обменных процессах. Установлено влияние генотипа тёлок на концентрацию энергии в 1 кг мышечной ткани при преимуществе помесного молодняка. Чистопородные тёлки I группы уступали помесным сверстницам II и III групп по величине анализируемого показателя на 219,47 кДж (4,80%) и 459,55 кДж (10,05%). При этом помеси второго поколения III группы превосходили помесных тёлок первого поколения II группы по концентрации энергии в 1 кг мышечной ткани на 240,08 кДж (5,01%).

Аналогичные межгрупповые различия установлены и по энергетической ценности всей мышечной ткани туши. Так, преимущество молодняка III группы над тёлками I и II групп по величине анализируемого показателя составляло 144,64 МДж (20,85%) и 64,31 МДж (8,31%). В свою очередь помесные тёлки II группы превосходили чистопородных сверстниц I группы по энергетической ценности всей мышечной ткани туши на 80,33 МДж (11,59%).

Выводы. Мышечная ткань тёлок всех генотипов отличалась достаточно высокой пищевой и энергетической ценностью. При этом, вследствие проявления эффекта скрещивания, преимущество по этим признакам было на стороне помесного молодняка при лидирующем положении помесей второго поколения по голштинам.

Список источников

1. Косилов В. И., Миронова И. В., Долженкова Г. М. [и др.] Качество мышечной ткани тёлок разных генотипов // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С.47–52. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.008.

2. Миронова И. В., Благов Д. А., Торжков Н. И. [и др.] Влияние сенажа, заготовленного с помощью биоконсерванта Биотроф, на физиологический статус и мясную продуктивность крупного рогатого скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 277–282. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2020-84-4-277-282.

3. Косилов В. И. Научные и практические основы увеличения производства говядины при создании помесных стад в мясном скотоводстве : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук : 06.02.04 / ВНИИ мясного скотоводства. Оренбург, 1995. 48 с.

4. Тагиров Х. Х., Миронова И. В., Гильмияров Л. А. Биоконверсия питательных веществ и энергии корма в съедобные части тела бычками и кастратами разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 108–111. ISSN 2073-0853.

5. Косилов В. И., Комарова Н. К., Мироненко С. И. [и др.] Мясная продуктивность бычков симментальской породы и её двух-, трёхпородных помесей с голштинами, немецкой пятнистой и лимузинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 119–122. ISSN 2073-0853.

6. Тагиров Х. Х., Хазиахметов Ф. С., Вагапов И. Ф. [и др.] Влияние пробиотика «Кормозим-П» на иммунную резистентность крови и интенсивность роста телят молочного периода // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 36–41. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.006.

7. Косилов В. И., Мироненко С. И., Андриенко Д. А. [и др.] Использование генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для увеличения производства говядины на Южном Урале. Оренбург : Изд. центр ОГАУ, 2016. 315 с. ISBN 978-5-88838-965-2.

8. Никонова Е. А., Мироненко С. И., Кубатбеков Т. С. [и др.] Экстерьерные особенности молодняка чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (89). С. 272–277. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2021-89-3-272-277.

9. Щеголев П. О., Сабетова К. Д., Чаицкий А. А. [и др.] Ассоциация гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота (обзор) // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 61–72. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010.

10. Косилов В. И., Андриенко Д. А., Никонова Е. А. [и др.] Потребление кормов и основных питательных веществ рациона молодняком крупного рогатого скота при чистопородном выращивании и скрещивании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 125–127. ISSN 2073-0853.

11. Толочка В. В., Пакулев Г. В., Гармаев Б. Д. [и др.] Гистоструктура кожного покрова бычков мясных пород в Приморском крае // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2022. № 4 (69). С. 77–84. DOI 10.34655/bgsha.2022.69.4.010.

12. Хабибуллин И. М., Миронова И. В., Хабибуллин Р. М. [и др.] Эффективность использования адаптогенов различного происхождения на мясную продуктивность крупного рогатого скота // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 4.С. 94–102. DOI 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102.

13. Толочка В. В., Косилов В. И., Гармаев Д. Ц. Влияние генотипа бычков мясных пород на интенсивность роста // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 201–206. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-201-206.

14. Тагиров Х. Х., Николаева Н. Ю., Андриянова Э. М. Убойные показатели бычков и бычков-кастратов герефордской породы в условиях Томской области // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 2. С. 24–32. DOI 10.33284/2658-3135-104-2-24.

15. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Miroshnikov S. A. [et al.] Genetic and physiological aspects of bulls of dual-purpose and beef breeds and their crossbreeds // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 421, Is. 2. P. 022028. DOI 10.1088/1755-1315/421/2/022028.

16. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D., Kosilov V. I. [et al.] The state of polymorphism of genes affecting the meat quality in micropopulations of meat simmentals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «Intemational Conference on World Technological Trends in Agribusiness». 2021. Vol. 624, Is. 1. P. 012045. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012045.

17. Kubatbekov T. S., Yuldashbaev Y. A., Amerkhanov H. A. [et al.] Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020. Vol. 8, № S3. P. 38–42. DOI 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42.

18. Nikonova E. A., Kosilov V. I., Anhalt E. M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Conference on World Technological Trends in Agribusiness». 2021. Vol. 624. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131.

19. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Voroshilova L. N. [et al.] Influence of steer genotypes on the features of muscle development in the postnatal period of ontogenesis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness". 2021. Vol. 624. P. 012109. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012109.

20. Левантин Д. Л., Епифанов Г. В., Смирнов Д. А. [и др.] Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ, ВНИИ животноводства, ВНИИ мясн. пром-сти. Дубровицы : ВИЖ, 1977. 54 с.

21. Плохинский Н. А. Биометрия. 2-е изд. М. : Изд-во Московского университета, 1970. 367 с.

References

1. Kosilov V. I., Mironova I. V., Dolzhenkova G. M. [i dr.] Kachestvo myshechnoj tkani tyolok raznyh genotipov // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S.47–52. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.008.

2. Mironova I. V., Blagov D. A., Torzhkov N. I. [i dr.] Vliyanie senazha, zagotovlennogo s pomoshch'yu biokonservanta Biotrof, na fiziologicheskij status i myasnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 4 (84). S. 277–282. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2020-84-4-277-282.

3. Kosilov V. I. Nauchnye i prakticheskie osnovy uvelicheniya proizvodstva govyadiny pri sozdanii pomesnyh stad v myasnom skotovodstve : avtoref. dis. … d-ra s.-h. nauk : 06.02.04 / VNII myasnogo skotovodstva. Orenburg, 1995. 48 s.

4. Tagirov Kh. Kh., Mironova I. V., Gil'miyarov L. A. Biokonversiya pitatel'nyh veshchestv i energii korma v s"edobnye chasti tela bychkami i kastratami raznyh genotipov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 2 (30). S. 108–111. ISSN 2073-0853.

5. Kosilov V. I., Komarova N. K., Mironenko S. I. [i dr.] Myasnaya produktivnost' bychkov simmental'skoj porody i eyo dvuh-, tryohporodnyh pomesej s golshtinami, nemeckoj pyatnistoj i limuzinami // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 1 (33). S. 119–122. ISSN 2073-0853.

6. Tagirov Kh. Kh., Khaziakhmetov F. S., Vagapov I. F. [i dr.] Vliyanie probiotika «Kormozim-P» na immunnuyu rezistentnost' krovi i intensivnost' rosta telyat molochnogo perioda // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S. 36–41. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.006.

7. Kosilov V. I., Mironenko S. I., Andrienko D. A. [i dr.] Ispol'zovanie geneticheskih resursov krupnogo rogatogo skota raznogo napravleniya produktivnosti dlya uvelicheniya proizvodstva govyadiny na Yuzhnom Urale. Orenburg : Izd. centr OGAU, 2016. 315 s. ISBN 978-5-88838-965-2.

8. Nikonova E. A., Mironenko S. I., Kubatbekov T. S. [i dr.] Ekster'ernye osobennosti molodnyaka chyorno-pyostroj porody i eyo pomesej s golshtinami // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 3 (89). S. 272–277. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2021-89-3-272-277.

9. Shchegolev P. O., Sabetova K. D., Chaitskij A. A. [i dr.] Associaciya gena gormona rosta s produktivnymi priznakami krupnogo rogatogo skota (obzor) // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S. 61–72. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010.

10. Kosilov V. I., Andrienko D. A., Nikonova E. A. [i dr.] Potreblenie kormov i osnovnyh pitatel'nyh veshchestv raciona molodnyakom krupnogo rogatogo skota pri chistoporodnom vyrashchivanii i skreshchivanii // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3 (59). S. 125–127. ISSN 2073-0853.

11. Tolochka V. V., Pakulev G. V., Garmaev B. D. [i dr.] Gistostruktura kozhnogo pokrova bychkov myasnyh porod v Primorskom krae // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. 2022. № 4 (69). S. 77–84. DOI 10.34655/bgsha.2022.69.4.010.

12. Khabibullin I. M., Mironova I. V., Khabibullin R. M. [i dr.] Effektivnost' ispol'zovaniya adaptogenov razlichnogo proiskhozhdeniya na myasnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 4.S. 94–102. DOI 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102.

13. Tolochka V. V., Kosilov V. I., Garmaev D. C. Vliyanie genotipa bychkov myasnyh porod na intensivnost' rosta // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 201–206. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-201-206.

14. Tagirov Kh. Kh, Nikolaeva N. Yu., Andriyanova E. M. Ubojnye pokazateli bychkov i bychkov-kastratov gerefordskoj porody v usloviyah Tomskoj oblasti // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2021. T. 104, № 2. S. 24–32. DOI 10.33284/2658-3135-104-2-24.

15. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Miroshnikov S. A. [et al.] Genetic and physiological aspects of bulls of dual-purpose and beef breeds and their crossbreeds // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 421, Is. 2. P. 022028. DOI 10.1088/1755-1315/421/2/022028.

16. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D., Kosilov V. I. [et al.] The state of polymorphism of genes affecting the meat quality in micropopulations of meat simmentals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Сер. «International Conference on World Technological Trends in Agribusiness». 2021. Vol. 624, Is. 1. P. 012045. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012045.

17. Kubatbekov T. S., Yuldashbaev Y. A., Amerkhanov H. A. [et al.] Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020. Vol. 8, № S3. P. 38–42. DOI 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42.

18. Nikonova E. A., Kosilov V. I., Anhalt E. M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness". 2021. Vol. 624. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131.

19. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Voroshilova L. N. [et al.] Influence of steer genotypes on the features of muscle development in the postnatal period of ontogenesis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness". 2021. Vol. 624. P. 012109. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012109.

20. Levantin D. L., Epifanov G. V., Smirnov D. A. [i dr.] Metodicheskie rekomendacii po izucheniyu myasnoj produktivnosti i kachestva myasa krupnogo rogatogo skota / VASKHNIL, VNII zhivotnovodstva, VNII myasn. promsti. Dubrovicy : VIZH, 1977. 54 s.

21. Plokhinskij N. A. Biometriya. 2-e izd. M. : Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. 367 s.

Сведения об авторах

Владимир Иванович Косилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 1802-6176.

Ирина Валерьевна Миронова – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», spin-код: 7655-5831.

Виталий Викторович Гудыменко – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», spin-код: 1071-3646.

Галина Михайловна Долженкова – доктор биологических наук, профессор кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 1161-8799.

Екатерина Павловна Миронова – магистрант кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет».

Information about the authors

Vladimir I. Kosilov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 1802-6176.

Irina V. Mironova – Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Head of the Department of Technology of Meat, Dairy Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Agrarian University"; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technical University", spin-code: 7655-5831.

Vitaly V. Gudymenko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Michurinsky State Agrarian University", spin-code: 1071-3646.

Galina M. Dolzhenkova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Technology of Meat, Dairy Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Agrarian University", spin-code: 1161-8799.

Ekaterina P. Mironova – is a master's student of the Department of Technology of Meat, Dairy Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Agrarian University".

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 636.271
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.003

ПЛЕМЕННАЯ БАЗА КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА – СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. Королев[1], Н. С. Баранова[2], И. И. Кузьменков[3], Д. С. Казаков[4]
[1]Костромской региональный информационно-селекционный центр при Костромской государственной сельскохозяйственной академии, Караваево, Россия
[2, 3, 4]Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

Автор, ответственный за переписку: Надежда Сергеевна Баранова,
baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X

Реферат. В статье приведены материалы по состоянию племенной базы крупного рогатого скота костромской породы, одной из ценнейших отечественных пород. Численность подконтрольного поголовья крупного рогатого скота костромской породы в Российской Федерации в 2022 году составила 8460 голов, в том числе 5250 коров. Племенная база крупного рогатого скота костромской породы представлена пятью племзаводами и тремя племрепродукторами, расположенными в Костромской, Ивановской и Владимирской областях. Средняя продуктивность коров в племзаводах составила 7187 кг, в племрепродукторах – 7168 кг молока. Самый высокий удой коров получен в АО «Племзавод «Караваево» – 9297 кг, наиболее жирномолочные коровы – племзавода СПК «Гридино» (4,51%), а белковомолочные – коровы племрепродуктора ООО «Минское» (3,63%). В структуре пород Костромской области костромская порода составляет 33,5%, область является основным поставщиком племмолодняка костромской породы как внутри области, так и за её пределами. По данным бонитировки 2022 года, в хозяйствах всех категорий численность крупного рогатого скота костромской породы области составила 5418 гол., в том числе 3185 коров. За 305 дней последней законченной лактации удой на корову в хозяйствах всех категорий составил 7167 кг, содержание жира – 4,18%, белка – 3,36%, живая масса – 548 кг. Проведённая инвентаризация племенного скота костромской породы с учётом кровности по улучшающей бурой швицкой породе импортной селекции свидетельствует, что в племенных хозяйствах данный показатель не превышает 88%. В настоящее время приняты меры для сохранения генофонда костромской породы путём постановки быков-производителей – продолжателей заводских линий, полученных в результате заказных спариваний. За 2017–2022 годы на племпредприятия России на накопление семени поставлено 34 быка-производителя костромской породы. Выделены быки-производители с ценными генотипами ВВ и А2А2. При разведении скота костромской породы есть и проблемы, которые можно решить как при использовании внутренних резервов, так и внедрении государственной программы, направленной на сохранение, развитие и совершенствование генофондных пород Российской Федерации.

Ключевые слова: *отечественная порода, костромская порода, племенные хозяйства, коровы, продуктивность, инвентаризация, быки-производители, генофонд, сохранение*

BREEDING BASE OF THE KOSTROMA CATTLE BREED – STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS

Anton A. Korolev[1], Nadezhda S. Baranova[2], Ivan I. Kuzmenkov[3], Dmitriy S. Kazakov[4]
[1]Kostroma Regional Information and Breeding Center at the Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia
[2, 3, 4]Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

Author responsible for correspondence: Nadezhda S. Baranova,
baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X

Abstract. The article presents materials on the state of the breeding base of the Kostroma cattle breed, one of the most valuable domestic breeds. The number of controlled cattle of the Kostroma breed in the Russian Federation in 2022 amounted to 8460 heads, including 5250 cows. The breeding base of the Kostroma breed cattle is represented by five stud farms and three pedigree breeding units located in the Kostroma, Ivanovo and Vladimir regions. The average productivity of cows on stud farms was 7187 kg, in pedigree breeding units – 7168 kg of milk. The highest milk yield of cows was obtained at AO "Plemzavod "Karavaevo" – 9297 kg, the most rich-milking cows – the stud farm SPK "Gridino" (4.51%), and protein milk cows – cows of the pedigree breeding unit OOO "Minskoe" (3.63%). In the structure of the breeds of the Kostroma region, the Kostroma breed is 33.5%, the region is the main supplier of the Kostroma breed young breeder both within the region and outside it. According to the valuation data of 2022, in farms of all categories the number of the Kostroma breed cattle of the region amounted to 5418 heads including 3185 cows. For 305 days of the last completed lactation, the yield per cow in farms of all categories amounted to 7167 kg, fat content – 4.18%, protein – 3.36%, live weight – 548 kg. The inventory of breeding cattle of the Kostroma breed, taking into account the blood content of the improving Brown Swiss of imported selection indicates that this indicator does not exceed 88% in stud farms. Currently, measures have been taken to preserve the gene pool of the Kostroma breed by producing servicing bulls – successors of factory lines obtained as a result of custom matings. During 2017–2022 34 servicing bulls of the Kostroma breed were delivered to the animal breeding enterprises of Russia for seed accumulation. Servicing bulls with valuable genotypes of BB and A2A2 are developed. When breeding livestock of the Kostroma breed there are also problems that can be solved both when using internal reserves and when introducing a state program aimed at preserving, developing and improving gene pool breeds of the Russian Federation.

Keywords: *domestic breed, Kostroma breed, breeding farms, cows, productivity, inventory, servicing bulls, gene pool, preservation*

Введение. В настоящее время основная задача в развитии молочного скотоводства сводится к обеспечению устойчивого продовольственного снабжения населения продуктами питания. Текущее потребление молока в нашей стране заметно ниже нормативов Минздрава. По итогам 2022 года, потребление молока на душу населения в России составило 243 кг, что ниже нормы (340 кг) на 97 кг [1; 2; 3].

Поиск путей повышения продуктивности животных, улучшения качества молока и молочных продуктов является залогом успешной работы хозяйств.

Особое место в решении стратегических задач повышения производства молока принадлежит породам молочного и молочно-мясного направления продуктивности. В Российской Федерации разводят 25 пород и 23 заводских и внутрипородных типа крупного рогатого скота молочного направления. Средняя молочная продуктивность коров, по данным бонитировки 2021 года, в Российской Федерации составила 7997 кг молока с содержанием жира в молоке 3,92% и белка – 3,25% [4; 5; 6].

Насыщение рынка продукцией собственного производства в сложившихся экономических условиях возможно только на основе интенсификации отрасли. Так, выход из кризиса в одном из регионов России найден в интенсификации животноводства, внедрении современных эффективных технологий, строительстве крупных комплексов, привлечении инвестиций, поддержке предпринимательства и новых форм хозяйствования, использовании лучшего мирового генофонда для совершенствования отечественного молочного скота [7; 8].

Племенная работа, среди факторов, обуславливающих повышение продуктивности животных, занимает ведущее место, так как без потенциальной способности высокопродуктивных животных производить большое количество молока высокого качества улучшение других факторов не так эффективно.

Задачей учёных, специалистов и практиков, работающих с костромской породой крупного рогатого скота, является не только сохранение, но и совершенствование её ценного генофонда. Утеря этой породы недопустима.

Сегодня возникла необходимость разработки нового плана селекционно-племенной работы с костромской породой крупного рогатого скота, основанной на традиционных и современных методах селекции. Реализация намеченных мероприятий позволит повысить среднегодовой уровень генетического улучшения молочной продуктивности коров костромской породы при высоком качестве молока, продлить срок продуктивного использования животных и будет способствовать конкурентоспособности породы.

Цель данного исследования – оценка современного состояния племенной базы костромской породы, анализ основных показателей работы племенных хозяйств области в динамике, опреде-

ление направлений племенной работы на перспективу с целью сохранения и улучшения хозяйственно полезных качеств породы.

Материал и методика исследований. В процессе исследований использованы: данные статистической отчётности департамента АПК и потребительского рынка Костромской области, ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве РФ, отчёты по итогам бонитировки в животноводстве Костромского регионального информационно-селекционного центра при ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

Методами исследований послужили общезоотехнические, популяционно-генетические и аналитические с использованием компьютерных программ ИАС «СЕЛЭКС» Многохозяйственный и BON-Milk Регион.

Результаты исследований. Костромская порода – одна из ценнейших пород скота по способности давать высокие удои с оптимальным соотношением жира и белка в молоке, обладающая хорошими мясными качествами, устойчивостью к ряду опасных заболеваний. Молоко коров костромской породы по своему биологическому составу и технологическим свойствам является ценным сырьём для перерабатывающей промышленности и производства продуктов питания: сыров твёрдых сортов, йогуртов, детского питания.

В Российской Федерации за период с 2013 по 2021 годы численность подконтрольного поголовья крупного рогатого скота костромской породы сократилась с 11320 голов до 8460 голов (–2860 голов), в том числе коров с 6670 голов до 5250 голов (–1420 голов).

Таблица 1 – Племенная база костромской породы

№ п/п	Наименование хозяйства	Регион	Всего крупного рогатого скота, гол.	в т.ч. коров, гол.
Племзаводы				
1	АО «Племзавод «Караваево»	Костромская область	1783	800
2	СПК «Гридино»	Костромская область	550	425
3	СПК Колхоз «Родина»	Костромская область	702	450
4	СПК «Рассвет»	Ивановская область	590	316
5	СПК «Арефинский»	Ивановская область	794	315
Племрепродукторы				
6	ООО «Агрофирма «Планета»	Костромская область	515	370
7	ООО «Минское»	Костромская область	177	143
8	ООО «Бабаево»	Владимирская область	193	157
Всего			5310	2976

Племенная база крупного рогатого скота костромской породы представлена пятью племзаводами (АО «Племзавод «Караваево», СПК Колхоз «Родина», СПК «Гридино», СПК «Рассвет» и СПК «Арефинский») и тремя племрепродукторами (ООО «Агрофирма «Планета», ООО «Минское» и ООО «Бабаево») (табл. 1).

Племенные хозяйства по костромской породе представлены в трёх регионах: Костромской, Ивановской и Владимирской областях. Племенное поголовье составляет 5310 голов, в том числе коров 2976 голов.

Молочная продуктивность коров костромской породы в племенных хозяйствах России представлена в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 2, средняя продуктивность по племзаводам и племрепродукторам практически одинаковая – 7187 и 7168 кг соответственно. В племзаводе «Караваево» самый высокий удой – 9297 кг. По содержанию жира в молоке лидирует племзавод СПК «Гридино» – 4,51%. Наибольшее содержание белка в молоке у коров племрепродуктора ООО «Минское» – 3,63%.

Молочное скотоводство в Костромской области – важнейшая составная часть агропромышленного сектора экономики. Здесь занимаются разведением шести пород молочного и молочно-мясного направления продуктивности: костромской, чёрно-пёстрой, голштинской, холмогорской, айрширской и ярославской. По состоянию на 1 января 2023 года в Костромской области общая численность племенного поголовья крупного рогатого скота составляла 12249 голов (111% к предыдущему году), в том числе 5119 голов молочных коров (105,4%). Численность поголовья крупного рогатого скота молочного направления продуктивности составила 16180 голов, в том числе 9667 голов коров.

Таблица 2 – Уровень продуктивности коров племенных хозяйств, по данным бонитировки за 2022 год

№ п/п	Наименование хозяйства	Регион	Удой, кг	Содержание жира, %	Содержание белка, %
Племзаводы					
1	АО «Племзавод «Караваево»	Костромская область	9297	4,26	3,52
2	СПК «Гридино»	Костромская область	6042	4,51	3,27
3	СПК Колхоз «Родина»	Костромская область	6456	3,97	3,22
4	СПК «Рассвет»	Ивановская область	8799	4,18	3,20
5	СПК «Арефинский»	Ивановская область	5339	4,01	3,27
В среднем по племзаводам			7187	4,19	3,30
Племрепродукторы					
6	ООО «Агрофирма «Планета»	Костромская область	6407	4,10	3,32
7	ООО «Минское»	Костромская область	7371	4,30	3,63
8	ООО «Бабаево»	Владимирская область	7635	4,30	3,39
В среднем по племенным хозяйствам			7168	4,20	3,35

Костромская порода крупного рогатого скота в структуре пород Костромской области занимает 33,5%. По данным бонитировки 2022 года, в хозяйствах всех категорий численность крупного рогатого скота костромской породы области составила 5418 гол., в том числе 3185 коров. Она обладает высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности. За 305 дней последней законченной лактации удой на корову в хозяйствах всех категорий составил 7167 кг, содержание жира – 4,18%, белка – 3,36%, живая масса – 548 кг.

Племенная база крупного рогатого скота костромской породы в Костромской области представлена тремя племзаводами (ОАО «Племзавод «Караваево» Костромского района, СПК Колхоз «Родина» и СПК «Гридино» Красносельского района) и двумя племрепродукторами (ООО «Агрофирма «Планета» Буйского района и ООО «Минское» Костромского района). Здесь ведётся целенаправленная селекционно-племенная работа по повышению и консолидации её продуктивных качеств. Костромской регион является основным поставщиком племенной продукции не только в хозяйства области, но и за её пределы.

Поголовье крупного рогатого скота костромской породы в племенных хозяйствах составило 3727 гол., в том числе коров 2188 гол., удой – 7453 кг молока, содержание жира – 4,22%, содержание белка – 3,36%, живая масса коров – 546 кг. В том числе в племзаводах – 3035 гол.; 1675 гол.; 7700 кг; 4,24%; 3,37%; 539 кг; в племрепродукторах – 692 гол.; 513 гол.; 6656 кг; 4,15%; 3,40%; 568 кг соответственно.

В племенных хозяйствах Костромской области, занимающихся разведением скота костромской породы, проведена инвентаризация с учётом кровности по улучшающей бурой швицкой породе импортной селекции (табл. 3).

Результаты инвентаризации свидетельствуют, что нет необходимости переводить поголовье скота костромской породы в швицкую, поскольку в племенных хозяйствах кровность по улучшающей бурой швицкой породе не превышает 88%. В то же время следует принять меры по корректировке подбора быков-производителей к маточному поголовью с целью недопущения нарастания кровности по бурой швицкой породе.

Покупают молодняк костромской породы в основном малые фермерские и подсобные хозяйства для производства молочных продуктов на продажу или для личного потребления (молоко, творог, сыр, масло и др.). Наблюдается широкая география поставок молодняка костромской породы в субъекты Российской Федерации (Тверская, Саратовская, Новгородская, Рязанская, Ивановская, Ульяновская, Московская, Челябинская, Орловская, Нижегородская, Курганская, Ярославская, Волгоградская, Владимирская, Свердловская, Новосибирская, Тульская области, Республика Мордовия и др.). В структуре племенной продажи Костромской области за 2022 год молодняк костромской породы составляет 114 голов (54%) от общей реализации.

После ликвидации банка семени племпредприятия ООО «Костромское» по племенной работе возник недостаток спермы оценённых быков-производителей заводских линий [9, с. 17; 10, с. 2]. В связи с этим были приняты меры для сохранения генофонда костромской породы путём постановки быков-производителей – продолжателей заводских линий, полученных в результате заказных спариваний [11, с. 56].

Таблица 3 – Результаты инвентаризации кровности скота костромской породы по улучшающей бурой швицкой породе в племенных хозяйствах Костромской области

№ п/п	Наименование хозяйства	Вид организации	Результаты инвентаризации кровности скота костромской породы	
			Исследовано, гол.	Средняя кровность, %
1	АО «Племзавод «Караваево»	Племзавод	1520	60,6
2	СПК «Гридино»	Племзавод	696	44,8
3	СПК «Колхоз «Родина»	Племзавод	826	49,2
4	ООО «Агрофирма «Планета»	Племрепродуктор	573	47,8
5	ООО «Минское»	Племрепродуктор	200	56,8

За 2017–2022 годы на племпредприятия России на накопление семени поставлено 34 быка-производителя костромской породы. В АО «Головной центр воспроизводства сельскохозяйственных животных» поставлен 21 бык-производитель, в АО «Ярославское» по племенной работе – 8 быков и в ОАО «Ивановское» по племенной работе – 5 быков (табл. 4).

Всего накоплено семени за 2017–2022 годы 141684 дозы, а общий объём реализации за 2022 год составил 17200 доз.

При составлении заказных спариваний с целью постановки быков-производителей на накопление семени учитывали потребности племенных хозяйств для получения необходимого разнообразия быков-производителей для подбора к маточному стаду. Структура поставленных на накопление семени быков-производителей в зависимости от линейной принадлежности представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 видно, что из 34 быков, поставленных на накопление семени, 28 (82,3%) принадлежат к заводским линиям, а 6 (17,7%) – к родственным группам. Самая большая численность быков-производителей заводской линии Ладка 2537 – 11 голов (32,4%), что позволяет вести внутрилинейный подбор к маточному поголовью, избегая инбридинга (три ветви: Бурхана 6083, Кардаша 5405 и Казбека 5075).

Наиболее предпочтительным генотипом по каппа-казеину считается генотип ВВ, который подтверждён европейской ассоциацией сельскохозяйственных производителей экономически важным критерием для пород молочного и молочно-мясного направлений продуктивности, так как В-аллель ассоциирован с пригодностью молока для производства сыра [11, с. 131; 12, с. 39; 13, с. 6; 15, с. 191; 16, с. 102].

Важным генотипом по бета-казеину считается генотип А2А2. У людей, потребляющих молоко с высоким уровнем бета-казеина А2, самая низкая частота встречаемости диабета 1 типа и сердечно-сосудистых заболеваний [14, с. 190].

Кровность по бурой швицкой породе, генотипы по К- и β-казеину быков-производителей костромской породы и их структура представлены в таблице 5.

Относительно невысокую кровность по бурой швицкой породе (от 8 до 49%) имеют быки заводских линий.

Обладателями ценного генотипа для производства сыра (ВВ) являются 13 (44,8%) быков, из них 8 относятся к заводским линиям. Генотип АА встречается только у 3 (10,4%) быков-производителей линии Курса 3722.

Носителями генотипа по бета-казеину А2А2 являются 12 быков (41,4%). Семь (24,1%) быков-производителей (Лечо 667, Василёк 8788, Кагор 41, Клим 996, Залив 9220, Манёвр 8589 и Узор 6236) имеют ценные генотипы по обоим признакам (ВВ; А2А2) (рис. 2).

В настоящее время создан необходимый ресурс семени быков-производителей заводских

Таблица 4 – Банк семени быков-производителей костромской породы и уровень реализации

№ п/п	Наименование организации	Накоплено семени всего, доз	Реализовано за 2022 год семени, доз	Количество поставленных на накопление семени быков-производителей за 2017–2022 годы, гол.
1	АО «ГЦВ»	74500	5000	21
2	АО «Ярославское» по племенной работе	53000	12200	8
3	ОАО «Ивановское» по племенной работе	14184	–	5
Итого		141684	17200	34

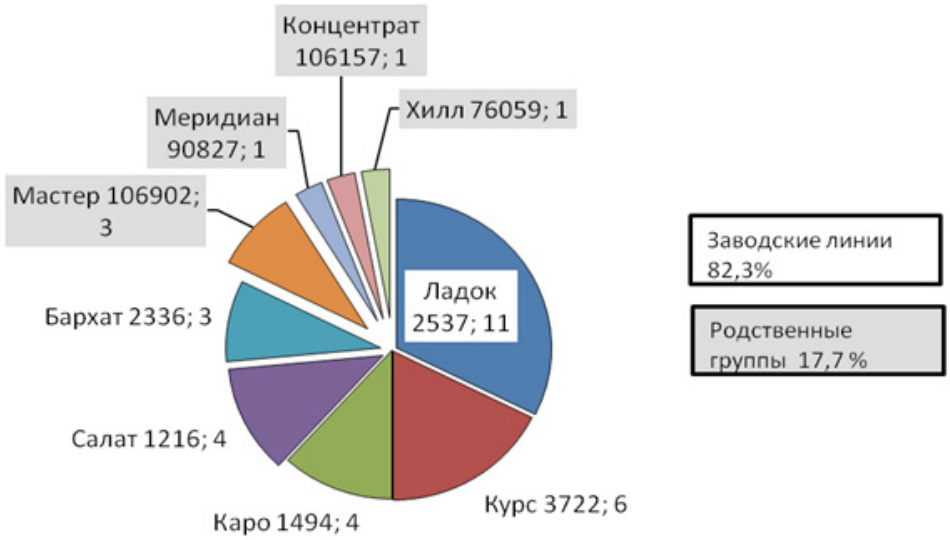


Рисунок 1 – Структура поставленных на накопление семени быков-производителей в зависимости от принадлежности к линии

Таблица 5 – Кровность по бурой швицкой породе, генотипы по К- и ß-казеину быков-производителей костромской породы и их структура

№ п/п	Кличка, инв. № быка	Линия, родственная группа	Кровность по бурой швицкой породе	Генотип по К-казеину			Генотип по ß-казеину	
				AA	AB	BB	A1A2	A2A2
1	Березняк 770	Ладок 2537	16	–	AB	–	–	A2A2
2	Лакей 463	Ладок 2537	39	–	AB	–	A1A2	–
3	Лечо 667	Ладок 2537	26	–	–	BB	–	A2A2
4	Лексус 695	Ладок 2537	32	–	AB	–	A1A2	–
5	Нестор 857	Ладок 2537	47	–	AB	–	–	A2A2
6	Найд 36	Ладок 2537	49	–	–	BB	A1A2	–
7	Нектар 270	Ладок 2537	26	–	–	BB	A1A2	–
8	Лайт 390	Ладок 2537	34	–	AB	–	–	A2A2
9	Чемпион 6	Ладок 2537	41	–	AB	–	–	A2A2
10	Сикрон 858	Каро 1494	21	–	–	BB	A1A2	–
11	Слёт 117	Каро 1494	18	–	AB	–	A1A2	–
12	Счёт 94	Каро 1494	8	–	AB	–	A1A2	–
13	Крутой 109	Курс 3722	37	–	AB	–	–	A2A2
14	Комбат 427	Курс 3722	39	–	AB	–	A1A2	–
15	Контур 436	Курс 3722	31	AA	–	–	A1A2	–
16	Компас 432	Курс 3722	10	AA	–	–	A1A2	–
17	Тегеран 441	Курс 3722	21	AA	–	–	A1A2	–
18	Тугарин 420	Курс 3722	35	–	AB	–	A1A2	–
19	Ручей 183	Салат 1216	35	–	AB	–	A1A2	–
20	Василёк 8788	Салат 1216	38	–	–	BB	–	A2A2
21	Водород 883	Бархат 2336	25	–	–	BB	A1A2	–
22	Вагон 184	Бархат 2336	31	–	–	BB	A1A2	–
23	Вдох 262	Бархат 2336	25	–	–	BB	A1A2	–
24	Буран 95	Мастер 106902	58	–	AB	–	A1A2	–
25	Клим 996	Мастер 106902	49	–	–	BB	–	A2A2
26	Кагор 41	Мастер 106902	65	–	–	BB	–	A2A2
27	Залив 9220	Меридиан 90827	64	–	–	BB	–	A2A2

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Кличка, инв. № быка	Линия, родственная группа	Кровность по бурой швицкой породе	Генотип по К-казеину			Генотип по ß-казеину	
				АА	АВ	ВВ	А1А2	А2А2
28	Маневр 8589	Концентрат 106157	57	–	–	ВВ	–	А2А2
29	Узор 6236	Хилл 76059	82	–	–	ВВ	–	А2А2
Структура, %				10,4	44,8	44,8	58,6	41,4

линий: Ладка 2537, Курса 3722 Каро 1494, Салата 1216, Бархата 2336 и родственных групп Меридиана 90827, Концентрата 106157, Мастера 106902 и Хилла 76059 для обеспечения племенных и товарных хозяйств.

Помимо положительных тенденций, при работе с костромской породой крупного рогатого скота имеются проблемы, которые необходимо решать: дефицит семени оценённых быков-улучшателей; малочисленность быков-производителей костромской породы без прилития крови бурой швицкой породы; отсутствие генофондного хозяйства и ассоциации по костромской породе; сложности в анализе использования реализованного молодняка в малых фермерских и подсобных хозяйствах; оптимизация кормления и содержания животных племенных хозяйств с целью более полной реализации их генетического потенциала; применение трансплантации эмбрионов в помесных товарных стадах для наращивания численности племенного скота костромской породы; кадровый дефицит в отрасли молочного скотоводства и другие.

Проблемы можно решить, если будет разработана и внедрена государственная программа, направленная на сохранение, развитие и совершенствование генофондных пород Российской Федерации.

Выводы. За последние годы прослеживается положительная динамика в молочном скотоводстве Костромской области, приостановлено сокращение поголовья скота, выросла продуктивность. Некоторые проблемы решены благодаря слаженной работе тружеников АПК области в отрасли молочного скотоводства, в частности, племенной службы, но остаются и неиспользованные резервы. Положительным результатом работы является организация племенного репродуктора ООО «Минское» Костромского района по костромской породе. Подготовлены документы на получение статуса ещё одного племенного репродуктора – организации КФХ Васина Марина Сергеевна. За 2017–2022 годы на племпредприятия России на накопление семени поставлено 34 быка-производителя костромской породы: в АО «Головной центр воспроизводства сельскохозяйственных животных» поставлен 21 бык-производитель, АО «Ярославское» по племенной работе – 8 быков и в ОАО «Ивановское» по племенной работе – 5 быков. Выделены быки-производители с ценными генотипами ВВ и А2А2.

Рисунок 2 – Быки с одновременным носительством ценных генотипов по каппа-казеину ВВ и бета-казеину А2А2

Список источников

1. Кремянская Е. В. Сравнительный анализ и современные тенденции производства молока в России и Краснодарском крае // Вестник Академии знаний. 2020. № 40 (5). С. 196–202. ISSN 2304-6139.

2. Королев А. А., Баранова Н. С., Королева Е. А. Совершенствование скота костромской породы при использовании быков-производителей отечественной и импортной селекции: монография. М. : ИНФРА-М, 2023. 206 с.

3. Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Анисимова Е. Ю. [и др.] Повышение продуктивного потенциала породных ресурсов крупного и мелкого рогатого скота юга России на основе современных методов селекции // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 3. С. 76–82. DOI 10.31857/2500-2082/2023/3/76-82.

4. Сафина Г. Ф., Чернов В. В., Амерханов Х. А. [и др.] Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2021). М. : Изд-во «ФГБНУ ВНИИплем», 2022. 261 с.

5. Тулинова О. В., Васильева Е. Н. Перспективные разработки в области селекционно-племенной работы с молочными породами крупного рогатого скота // Генетика и разведение животных. 2015. № 3. С. 9–16. ISSN 2410-2733.

6. Скачкова О. А., Бригида А. В. Селекция на повышение молочной продуктивности у крупного рогатого скота: значение генетических маркеров-предикторов // Ветеринария и кормление. 2022. № 2. С. 47–49. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-2-13.

7. Баранов А. В., Баранова Н. С., Егоров О. С. [и др.] Эффективность генетического маркирования в селекции скота костромской породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 4 (47). С. 70–75. ISSN 2072-9081.

8. Тамарова Р. В. Тенденции развития молочного скотоводства в Ярославской области в условиях рыночной экономики // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 42–53. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.005. EDN EWWAXD.

9. Королев А. А., Баранова Н. С. Ожидаемая племенная ценность и генотипы по фракциям казеина новых быков-производителей костромской породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. Нац. науч.-практ. конф., посвящ. памяти д-ра биол. наук, профессора Е. П. Ващекина (Брянск, 22–23 января 2020 г.). Брянск : Изд-во Брянский государственный аграрный университет, 2020. Ч. 2. С. 17–22. EDN PBFMJE. ISBN 978-5-88517-334-6.

10. Попов Н. А. Выведение быков для формирования генеалогической структуры молочной породы // Зоотехния. 2019. № 3. С. 2–7. DOI 10.25708/ZT/ 2019.36.71.001.

11. Королев А. А., Баранова Н. С. Оценка быков-производителей костромской породы по генотипам казеина и оплодотворяющей способности // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 2 (54). С. 56–60. DOI 10.35694/YARCX.2021.54.2.009. EDN EWWAXD.

12. Фураева Н. С., Воробьева С. С., Зверева Е. А. Влияние маточных семейств на эффективность селекционно-племенной работы с ярославской породой крупного рогатого скота // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 1 (29). С. 38–43. ISSN 1998-1635.

13. Юдин Н. С., Игошин А. В., Ларкин Д. М. Молекулярные маркеры адаптации к холодному климату у крупного рогатого скота // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 9, № 1. С. 5–14. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-02.

14. Сибагатуллин Ф. С., Фаизов Т. Х., Шарафутдинов Г. С. [и др.] Использование ДНК технологий в животноводстве // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (15). С. 130–132. ISSN 2073-0462.

15. Kamiński S., Cieślińska A. & Kostyra E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health // Journal of Applied Genetics. 2007. Vol. 48, № 3. P. 189–198. https://doi.org/10.1007/BF03195213.

16. Shilov A. I., Lyashuk R. N. Milk production on a modern dairy far // Bulletin of Agrarian Science. 2021. № 3 (90). С. 101–106. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.3.101.

References

1. Kremyanskaya E. V. Sravnitel'nyj analiz i sovremennye tendencii proizvodstva moloka v Rossii i Krasnodarskom krae // Vestnik Akademii znanij. 2020. № 40 (5). S. 196–202. ISSN 2304-6139.

2. Korolev A. A., Baranova N. S., Koroleva E. A. Sovershenstvovanie skota kostromskoj porody pri ispol'zovanii bykov-proizvoditelej otechestvennoj i importnoj selekcii: monografiya. M. : INFRA-M, 2023. 206 s.

3. Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Anisimova E. Yu. [i dr.] Povyshenie produktivnogo potenciala porodnyh resursov

krupnogo i melkogo rogatogo skota yuga Rossii na osnove sovremennyh metodov selekcii // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2023. № 3. S. 76–82. DOI 10.31857/2500-2082/2023/3/76-82.

4. Safina G. F., Chernov V. V., Amerkhanov Kh. A. [i dr.] Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2021). M. : Izd-vo «FGBNU VNIIplem», 2022. 261 s.

5. Tulinova O. V., Vasil'eva E. N. Perspektivnye razrabotki v oblasti selekcionno-plemennoj raboty s molochnymi porodami krupnogo rogatogo skota // Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2015. № 3. S. 9–16. ISSN 2410-2733.

6. Skachkova O. A., Brigida A. V. Selekciya na povyshenie molochnoj produktivnosti u krupnogo rogatogo skota: znachenie geneticheskih markerov-prediktorov // Veterinariya i kormlenie. 2022. № 2. S. 47–49. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-2-13.

7. Baranov A. V., Baranova N. S., Egorov O. S. [i dr.] Effektivnost' geneticheskogo markirovaniya v selekcii skota kostromskoj porody // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2015. № 4 (47). S. 70–75. ISSN 2072-9081.

8. Tamarova R. V. Tendencii razvitiya molochnogo skotovodstva v YAroslavskoj oblasti v usloviyah rynochnoj ekonomiki // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 1 (61). S. 42–53. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.005. EDN EWWAXD.

9. Korolev A. A., Baranova N. S. Ozhidaemaya plemennaya cennost' i genotipy po frakciyam kazeina novyh bykov-proizvoditelej kostromskoj porody // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva : sb. nauch. tr. Nac. nauch.-prakt. konf., posvyashch. pamyati d-ra biol. nauk, professora E. P. Vashchekina (Bryansk, 22–23 yanvarya 2020 g.). Bryansk : Izd-vo Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. CH. 2. S. 17–22. EDN PBFMJE. ISBN 978-5-88517-334-6.

10. Popov N. A. Vyvedenie bykov dlya formirovaniya genealogicheskoj struktury molochnoj porody // Zootekhniya. 2019. № 3. S. 2–7. DOI 10.25708/ZT/ 2019.36.71.001.

11. Korolev A. A., Baranova N. S. Ocenka bykov-proizvoditelej kostromskoj porody po genotipam kazeina i oplodotvoryayushchej sposobnosti // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2021. № 2 (54). S. 56–60. DOI 10.35694/YARCX.2021.54.2.009. EDN EWWAXD.

12. Furaeva N. S., Vorob'eva S. S., Zvereva E. A. Vliyanie matochnyh semejstv na effektivnost' selekcionno-plemennoj raboty s yaroslavskoj porodoj krupnogo rogatogo skota // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2015. № 1 (29). S. 38–43. ISSN 1998-1635.

13. Yudin N. S., Igoshin A. V., Larkin D. M. Molekulyarnye markery adaptacii k holodnomu klimatu u krupnogo rogatogo skota // Pis'ma v Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2023. T. 9, № 1. S. 5–14. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-02.

14. Sibagatullin F. S., Faizov T. H., Sharafutdinov G. S. [i dr.] Ispol'zovanie DNK tekhnologij v zhivotnovodstve // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 1 (15). S. 130–132. ISSN 2073-0462.

15. Kamiński S., Cieślińska A. & Kostyra E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health // Journal of Applied Genetics. 2007. Vol. 48, № 3. P. 189–198. https://doi.org/10.1007/BF03195213.

16. Shilov A. I., Lyashuk R. N. Milk production on a modern dairy far // Bulletin of Agrarian Science. 2021. № 3 (90). C. 101–106. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.3.101.

Сведения об авторах

Антон Александрович Королев – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Костромским региональным информационно-селекционным центром, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3492-4938.

Надежда Сергеевна Баранова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 5892-2760.

Иван Иванович Кузьменков – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 7940-3841.

Дмитрий Сергеевич Казаков – старший преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 7034-9853.

Information about the authors

Anton A. Korolev – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Kostroma Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 3492-4938.

Nadezhda S. Baranova – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Head of the Department of Small Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 5892-2760.

Ivan I. Kuzmenkov – Candidate of Veterinary Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Internal Non-Infectious Diseases, Surgery and Obstetrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 7940-3841.

Dmitry S. Kazakov – Senior Lecturer of the Department of Small Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 7034-9853.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2022 ГОДУ ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ

Е. В. ЕГОРАШИНА, Р. В. ТАМАРОВА

ПОВЫШЕНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

В монографии представлены результаты обширных и глубоких научных исследований по повышению молочной продуктивности коров разводимых в Ярославской области пород, с использованием самых современных методов зоотехнической науки – ДНК-тестирования и генетического маркирования, для улучшения качества молока и молочных продуктов, повышения эффективности и рентабельности отрасли. Исследования проведены в одном из лучших племзаводов – ЗАО «Агрофирма «Пахма», на поголовье коров племядра айрширской, голштинской и ярославской улучшенной пород, с изучением частоты встречаемости генетических маркеров признаков удоев и белковомолочности коров, их взаимосвязей, реализации генотипов животных разных пород в единых средовых условиях, продуктивного долголетия коров. Впервые выявлены наиболее эффективные сочетания комплексных генотипов по белкам молока каппа-казеину и бета-лактоглобулину. Намечены перспективы дальнейшей селекции по качественному совершенствованию стада ЗАО «Агрофирма «Пахма». Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов, руководителей и специалистов племенной службы, может использоваться в учебном процессе и практической работе с племенными стадами молочного скота

УДК 636.271.082.2; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-256-9

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Научная статья
УДК 636.598.085.16
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.004

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТАМИННОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУР ПРОМЫШЛЕННОГО СТАДА

Оксана Юрьевна Ежова[1], Лариса Николаевна Бакаева[2], Юлия Николаевна Беляцкая[3]
[1, 2, 3]Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия
[1]oxsi-80@mail.ru, ORCID 0000-0002-8785-8258
[2]bakaeva.lora@mail.ru
[3]bell201@mail.ru

Реферат. В статье приводятся результаты изучения возможности повышения качественных показателей пищевых яиц путём ввода в комбикорм комбинированного витаминного препарата ВитОкей. При определении качественных показателей яиц установлено, что масса яиц была больше во II опытной группе, по сравнению с контрольной, на 0,5 г, с I опытной – на 0,2 г, с III опытной – на 0,1 г. Толщина скорлупы яиц с возрастом птицы снижается у всех подопытных групп. Наличие в комбикорме витаминов большей концентрации способствовало лучшему минеральному обмену, в частности, кальция и фосфора. Поэтому толщина скорлупы у I и III опытных групп осталась на прежнем уровне, а во II опытной группе – увеличилась. Интенсивность яйценоскости у кур всех групп за исследуемый период была достаточно высокой – 86,8–92,5%. Более высокий показатель интенсивности был характерен для кур-несушек II опытной группы. Показатели III опытной группы свидетельствуют, о нецелесообразности ввода препарата ВитОкей в комбикорм в дозе 0,80 мл на 1 литр воды, так как яйценоскость кур-несушек снижается.

Ключевые слова: *птицеводство, куры-несушки, витаминный препарат, качество яиц, продуктивность*

THE EFFECTIVENESS OF USING A VITAMIN PREPARATION WHEN RAISING MARKET CHICKENS

Oksana Yu. Ezhova[1], Larisa N. Bakaeva[2], Yuliya N. Belyatskaya[3]
[1, 2, 3]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia
[1]oxsi-80@mail.ru, ORCID 0000-0002-8785-8258
[2]bakaeva.lora@mail.ru
[3]bell201@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the possibility of increasing the quality indicators of edible eggs by introducing the combined vitamin preparation VitOkey into the mixed feed. When determining the quality indicators of eggs, it was found that the weight of eggs was higher in the second experimental group, compared to the control group by 0.5 g, in the first experimental group – by 0.2 g, in the third experimental group – by 0.1 g. The thickness of the egg shell decreases with the age of the bird in all experimental groups. The presence of higher concentrations of vitamins in the mixed feed contributed to better mineral metabolism, in particular calcium and phosphorus. Therefore, the thickness of the shell in the I and III experimental groups remained at the same level, and in the II experimental group it increased. The intensity of laying ability in chickens of all groups during the researched period was quite high – 86.8–92.5%. A higher intensity indicator was typical for laying hens of the II experimental group. The parameters of the third experimental group indicate the inexpediency of introducing the preparation VitOkey into the mixed feed at a dose of 0.80 ml per 1 liter of water, since the laying ability of laying hens is reduced.

Keywords: *poultry farming, laying hens, vitamin preparation, egg quality, productivity*

Введение. Использование в кормлении птицы отечественных добавок, с одной стороны, является основой повышения рентабельности производства, а с другой – даёт возможность получать экологически чистую продукцию, что весьма актуально в условиях дороговизны комбикормов, энергоресурсов и оборудования. Для решения задач по увеличению производства птицеводческой про-

дукции с наименьшими затратами и повышения её качества необходимо расширить исследования по изысканию и освоению витаминных препаратов, используемых в рационах птицы. Такими источниками могут стать витаминные добавки, содержащие достаточно широкий спектр необходимых для организма птицы витаминов [1–15].

Материалы и методы исследований. Целью настоящей работы являлось изучение возможности повышения качественных показателей пищевых яиц путём ввода в комбикорм комбинированного витаминного препарата ВитОкей.

Для осуществления поставленной цели в условиях хозяйства Оренбургской области был проведён опыт на курах-несушках кросса «Доминант». Куры контрольной группы препарат ВитОкей не получали, а получали полнорационный комбикорм. Подопытным курам препарат ВитОкей добавляли в корм из расчёта 0,20, 0,40 и 0,80 мл на 1 литр воды. Продолжительность опыта 24 недели. Все показатели учитывали с 21- до 45-недельного возраста кур-несушек.

Результаты исследований. Определяли основные морфологические показатели, которые характеризуют полноценность яиц (табл. 1).

Масса куриных яиц была больше во II опытной группе, по сравнению с контрольной, на 0,5 г, с I опытной – на 0,2 г, с III опытной – на 0,1 г. Толщина скорлупы яиц с возрастом птицы снижается у всех подопытных групп. Для этого есть две причины: первая, с возрастом куры несут больше яиц, что требует больше скорлупы. Вот и получаются

Таблица 1 – Качественные показатели яиц

Показатель	В начале опыта				В конце опыта			
	Группа				Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Масса яиц, г	59,5 ± 0,01	59,4 ± 0,04	59,05 ± 0,5	59,6 ± 0,04	63,8 ± 0,02	64,1 ± 0,12	64,3 ± 0,02	64,2 ± 0,153
Толщина скорлупы, мкм	398 ± 9,40	397 ± 10,40	398 ± 9,42	398 ± 9,90	395 ± 9,20	397 ± 9,78	399 ± 9,32	398 ± 9,77
Относительная масса белка, %	65,3 ± 0,38	65,6 ± 0,42	65,3 ± 0,26	65,4 ± 0,16	63,2 ± 0,48	62,8 ± 0,32	62,3 ± 0,65	62,7 ± 0,32
Относительная масса желтка, %	24,1 ± 0,02	24,0 ± 0,01	23,9 ± 0,03	24,2 ± 0,01	26,8 ± 0,10	27,0 ± 0,06	27,1 ± 0,01	26,9 ± 0,18
Относительная масса скорлупы, %	10,4 ± 0,22	10,5 ± 0,45	10,8 ± 0,33	10,4 ± 0,43	10,0 ± 0,56	10,2 ± 0,78	10,6 ± 0,73	10,4 ± 0,38

яйца с тонкой скорлупой. Вторая причина в том, что куры теряют способность извлекать кальций из костной ткани, следовательно, карбоната кальция вырабатывается в организме птицы меньше, чем требуется.

Наличие в комбикорме витаминов большей концентрации способствовало лучшему минеральному обмену у птицы, в частности, кальция и фосфора. Поэтому толщина скорлупы яиц у I и III опытных групп осталась на прежнем уровне, а во II опытной группе – увеличилась. Вследствие уменьшения толщины скорлупы относительная её масса также снижается. Это оказывает влияние на товарные качества яиц. Установлено, что оптимальным вариантом включения в комбикорм препарата ВитОкей является доза 0,40 мл на 1 литр воды. Доза ВитОкей 0,80 мл на 1 литр воды не оказывает усиленного действия на качественные показатели яиц.

Химический состав яиц подопытных кур-несушек, которым вводили в комбикорм ВитОкей, представлен в таблице 2.

Исходя из данных таблицы о химическом составе яиц кур-несушек видно, что в начале опыта, когда в полнорационный комбикорм не вводили дополнительно препарат ВитОкей, все показатели находились на одном уровне. После ввода в комбикорм препарата ВитОкей химический состав яиц подопытных кур-несушек изменился по сравнению с контролем. Так, увеличилось содержание протеина, жира, углеводов на 0,2–0,3% в сравнении с контрольной группой.

Но наибольший интерес вызывает содержание витаминов А и Е, так как куриные яйца богаты ими. С повышением в комбикорме содержания витамина Е увеличилось и содержание витамина А в яйцах, так как витамин Е предотвращает окисление и разрушение всех соединений каротина и витамина А. Введение в рацион кур-несушек препарата ВитОкей способствует эффективному переходу витамина Е из корма в яйца кур. С увеличением дозы витамина Е в рационах птицы происходило несущественное увеличение содержания витамина Е в яйцах кур-несушек. Таким образом, введение в

Таблица 2 – Химический состав яиц подопытной птицы

Показатель	В начале опыта				В конце опыта			
	Группа				Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Вода, %	72,8 ± 3,45	72,7 ± 3,54	72,7 ± 3,78	72,9 ± 3,67	72,1 ± 5,66	71,6 ± 5,89	71,3 ± 5,87*	71,4 ± 5,65
Сухое вещество, всего, %	27,0 ± 0,41	27,1 ± 0,29	27,3 ± 0,32	27,2 ± 0,45	27,9 ± 2,13	28,4 ± 2,56	28,7 ± 2,45	28,5 ± 2,76
в т.ч.: – протеины	13,4 ± 0,25	13,6 ± 0,25	13,4 ± 0,15	13,3 ± 0,35	13,8 ± 1,26	14,0 ± 1,85	14,1 ± 1,65	14,0 ± 1,45
– жиры	11,5 ± 0,87	11,7 ± 0,25	11,7 ± 0,17	11,8 ± 0,19	12,1 ± 0,55	12,2 ± 0,32	12,3 ± 0,47	12,2 ± 0,82
– углеводы	1,1 ± 0,04	1,0 ± 0,02	1,0 ± 0,05	1,0 ± 0,07	1,2 ± 0,02	1,3 ± 0,03	1,3 ± 0,04	1,3 ± 0,05
– минеральные вещества	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,03	0,7 ± 0,05	0,7 ± 0,02	0,9 ± 0,07	1,0 ± 0,07	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,06
Массовая доля витамина А, мкг/г	2,84 ± 0,78	2,83 ± 0,45	2,84 ± 0,94	2,85 ± 0,34	2,96 ± 1,24	3,10 ± 1,85	3,24 ± 2,21	3,26 ± 2,34
Массовая доля витамина Е, мкг/г	24,52 ± 0,23	24,51 ± 0,67	24,53 ± 0,89	24,50 ± 0,45	28,96 ± 3,25	39,80 ± 4,28	75,84 ± 7,27**	76,75 ± 7,67

комбикорм кур-несушек препарата ВитОкей положительно влияет на химический состав яиц. Оптимальной дозой препарата ВитОкей является 0,40 мл на 1 литр воды. Увеличение дозы ВитОкей до 0,80 мл на 1 литр воды нецелесообразно, так как незначительно влияет на изменение химического состава, в частности, содержание витаминов А и Е.

Продуктивность кур-несушек указана в таблице 3.

Интенсивность яйценоскости у кур всех групп за исследуемый период была достаточно высокой – 86,8–92,5%. Более высокий показатель интенсивности был характерен для кур-несушек II опытной группы.

Показатели III опытной группы свидетельствуют о нецелесообразности ввода препарата ВитОкей в комбикорм в дозе 0,80 мл на 1 литр воды, так как яйценоскость кур-несушек снижается.

Экономическая эффективность производства яиц характеризуется системой показателей, важнейшими из которых являются яйценоскость, расход кормов на 1000 шт. яиц, трудоёмкость, себестоимость, цена реализации, величина прибыли от реализации продукции, уровень рентабельности. Выручка от реализации яиц была больше во II опытной группе на 9548 руб., по сравнению с контрольной, на 6358 руб. – по сравнению с I опытной группой и на 1897 руб. – по сравнению с III опытной. Прибыль от реализации яиц также была больше во II опытной группе. Таким образом, уровень рентабельности производства яиц во II опытной группе оказался выше на 4,4%, по сравнению с контролем, на 3,7% – по сравнению с I опытной и на 3,8% – с III опытной группами.

Выводы. Введение препарата ВитОкей в дозе 0,40 мл на 1 литр воды способствует увеличению продуктивности птицы и улучшению качества яиц. Введение препарата ВитОкей в дозе 0,80 мл на 1 литр воды является экономически невыгодным.

Таблица 3 – Продуктивность кур-несушек за период опыта (21–45 недель)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Яйценоскость на начальную несушку, шт.	145,8	148,8	155,5	154,4
Яйценоскость на среднюю несушку, шт.	149,5	151,8	156,3	155,2
Интенсивность яйценоскости, %	86,8	88,6	92,5	91,9
Живая масса, г	1880	1895	1940	1900
Сохранность, %	95	96	99	99
Потребление корма в день, г	115	115	112	114
Валовой сбор яиц, шт.	14580	14880	15550	15440

Список источников

1. Бикташев Х. Х., Ежова О. Ю., Корнилова В. А. [и др.] Качество яиц гусынь при добавлении им в рацион ферментных препаратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 1 (13). С. 147–149. ISSN 2073-0853.

2. Ежова О. Ю., Сенько А. Я., Маслов М. Г. Воспроизводительная способность уток при использовании ферментного препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 93–95. ISSN 2073-0853.

3. Маслов М. Г., Ежова О. Ю., Сенько Е. Е. Влияние пробиотика Провагена, пребиотика Асид Лака и Сел Плекса на качество инкубационных яиц уток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (29). С. 100–102. ISSN 2073-0853.

4. Ежова О. Ю., Сенько А. Я., Астахова Ю. Ю. [и др.] Влияние использования источников освещения различного типа в промышленном птицеводстве на продуктивные качества кур-несушек // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 268–269. ISSN 2073-0853.

5. Галина Ч. Р., Гадиев Р. Р., Косилов В. И. Результаты гибридизации в гусеводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 265–268. ISSN 2073-0853.

6. Хазиев Д. Д., Гадиев Р. Р., Шарипова А. Ф. [и др.] Пробиотическая кормовая добавка Ветаспорин-Актив в составе рациона цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 259–262. ISSN 2073–0853.

7. Оганов Э. О., Инатуллаева Л. Б., Кубатбеков Т. С. [и др.] Влияние препарата СБА на динамику гистологического строения корня перьев и кожи у уток в постнатальном периоде онтогенеза // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 124–127. ISSN 2073-0853.

8. Ежова О., Косилов В., Вильвер Д. [и др.] Эффективность антисептического препарата Монклавит-1 в инкубации яиц // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2018. № 11. С. 52–56. ISSN 2074-6830.

9. Косилов В. И., Полькина А. С. Эффективность использования пробиотиков Ветом 1.2 и Энзимспорин в гусеводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 276–279. ISSN 2073-0853.

10. Полькина А. С. Влияние пробиотиков Ветом 1.2 и Энзимспорин на продуктивность гусей родительского стада // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 294–297. ISSN 2073–0853.

11. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // The Turkish Online Journal of Design Art and Communication. 2018. Т. 8, № S-MRCHSPCL. С. 291–299. ISSN 2146-5193.

12. Куликов Е. В., Сотникова Е. Д., Кубатбеков Т. С. [и др.] Химический состав костей скелета цесарок // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 205–208. ISSN 2073-0853.

13. Gorelik O. V., Kharlap S. Yu., Lopaeva N. L. [et al.] Dynamics of hematological indicators of chickens under stress-inducing influence // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Т. 10, № 2. С. 264–267. eISSN 2520-2138.

14. Корнилова В. А., Белова Н. Ф., Ежова О. Ю. [и др.] Влияние БАВ на зоотехнические показатели цыплят // БИО. 2009. № 4. С. 13–14. EDN VUGRLJ.

15. Герасименко В. В., Гончаров А. Г., Ежова О. Ю. Использование нетрадиционных добавок в кормлении птицы // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 11. С. 75–79. DOI 10.53859/02352451_2022_36_11_75.

References

1. Biktashev Kh. Kh., Ezhova O. Yu., Kornilova V. A. [i dr.] Kachestvo yaic gusyn’ pri dobavlenii im v racion fermentnyh preparatov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. № 1 (13). S. 147–149. ISSN 2073-0853.

2. Ezhova O. Yu., Sen’ko A. Ya., Maslov M. G. Vosproizvoditel’naya sposobnost’ utok pri ispol’zovanii ferment-nogo preparata // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 5 (61). S. 93–95. ISSN 2073-0853.

3. Maslov M. G., Ezhova O. Yu., Sen’ko E. E. Vliyanie probiotika Provagena, prebiotika Asid Laka i Sel Pleksa na kachestvo inkubacionnyh yaic utok // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 1 (29). S. 100–102. ISSN 2073-0853.

4. Ezhova O. Yu., Sen’ko A. Ya., Astakhova Yu. Yu. [i dr.] Vliyanie ispol’zovaniya istochnikov osveshcheniya razlichnogo tipa v promyshlennom pticevodstve na produktivnye kachestva kur-nesushek // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 5 (79). S. 268–269. ISSN 2073-0853.

5. Galina Ch. R., Gadiev R. R., Kosilov V. I. Rezul’taty gibridizacii v gusevodstve // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 5 (73). S. 265–268. ISSN 2073-0853.

Эффективность применения витаминного препарата при выращивании кур промышленного стада

6. Khaziev D. D., Gadiev R. R., Sharipova A. F. [i dr.] Probioticheskaya kormovaya dobavka Vetasporin-Aktiv v sostave raciona cyplyat-brojlerov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 6 (74). S. 259–262. ISSN 2073–0853.

7. Oganov E. O., Inatullaeva L. B., Kubatbekov T. S. [i dr.] Vliyanie preparata SBA na dinamiku gistologicheskogo stroeniya kornya per'ev i kozhi u utok v postnatal'nom periode ontogeneza // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 1 (63). S. 124–127. ISSN 2073-0853.

8. Ezhova O., Kosilov V., Vil'ver D. [i dr.] Effektivnost' antisepticheskogo preparata Monklavit-1 v inkubacii yaic // Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. 2018. № 11. S. 52–56. ISSN 2074-6830.

9. Kosilov V. I., Pol'kina A. S. Effektivnost' ispol'zovaniya probiotikov Vetom 1.2 i Enzimsporin v gusevodstve // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 3 (77). S. 276–279. ISSN 2073-0853.

10. Pol'kina A. S. Vliyanie probiotikov Vetom 1.2 i Enzimsporin na produktivnost' gusej roditel'skogo stada // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 6 (80). S. 294–297. ISSN 2073–0853.

11. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // The Turkish Online Journal of Design Art and Communication. 2018. T. 8, № S-MRCHSPCL. C. 291–299. ISSN 2146-5193.

12. Kulikov E. V., Sotnikova E. D., Kubatbekov T. S. [i dr.] Himicheskij sostav kostej skeleta cesarok // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 1 (57). S. 205–208. ISSN 2073-0853.

13. Gorelik O. V., Kharlap S. Yu., Lopaeva N. L. [et al.] Dynamics of hematological indicators of chickens under stress-inducing influence // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. T. 10, № 2. C. 264–267. eISSN 2520-2138.

14. Kornilova V. A., Belova N. F., Ezhova O. Yu. [i dr.] Vliyanie BAV na zootekhnicheskie pokazateli cyplyat // BIO. 2009. № 4. S. 13–14. EDN VUGRLJ.

15. Gerasimenko V. V., Goncharov A. G., Ezhova O. Yu. Ispol'zovanie netradicionnyh dobavok v kormlenii pticy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36, № 11. S. 75–79. DOI 10.53859/02352451_2022_36_11_75.

Сведения об авторах

Оксана Юрьевна Ежова – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 6708-5423, AuthorID: 317705.

Лариса Николаевна Бакаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 6299-4578, AuthorID: 755265.

Юлия Николаевна Беляцкая – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры риска и безопасности жизнедеятельности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 7849-7927, AuthorID: 291297.

Information about the authors

Oksana Yu. Ezhova – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 6708-5423, AuthorID: 317705.

Larisa N. Bakaeva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 6299-4578, AuthorID: 755265.

Yuliya N. Belyatskaya – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Risk and Life Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 7849-7927, AuthorID: 291297.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Научная статья
УДК 636.22/.28.082.2
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.005

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К БОЛЕЗНЯМ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

А. Д. Лемякин[1], А. Н. Тяжченко[2], К. Д. Сабетова[3], А. А. Чаицкий[4], П. О. Щеголев[5], Л. С. Баданина[6]
[1, 2, 3, 4, 5, 6]Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Александрович Чаицкий,
leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

Реферат. В эпоху активного развития цифровых технологий в животноводстве всё большую актуальность стали приобретать современные методы молекулярной генетики, позволяющие диагностировать целый комплекс хозяйственно полезных признаков у животных. Вместе с тем, маркер-ориентированная селекция открывает возможности для прогнозирования предрасположенности к различным заболеваниям, наносящим значительный экономический ущерб. Незаразные заболевания крупного рогатого скота, такие как: кетоз, жировой гепатоз, остеодистрофия и другие, представляют собой существенную проблему на предприятиях самых разных объёмов производственной мощности: от малых ферм до крупных промышленных животноводческих комплексов. Исследование у крупного рогатого скота генетических маркеров, обуславливающих различные аспекты обмена веществ и энергии в организме, и последующее установление ассоциативных связей между различными аллельными вариантами этих генов с заболеваниями метаболизма позволит выделить как предпочтительные генотипы, пригодные к дальнейшему разведению, так и нежелательные для этой цели. В конечном итоге это даст возможность вести целенаправленную селекционно-племенную работу на усиление генетической устойчивости животных к возникновению метаболических нарушений в условиях интенсивной эксплуатации и, следовательно, к увеличению эффективности продуктивного животноводства в целом. Поскольку на обмен веществ и энергии в организме оказывают влияние множество генов, то и генетических маркеров устойчивости к нарушениям метаболизма должно быть несколько. Многими учёными в качестве потенциальных маркерных генов, участвующих в метаболизме, и предположительно, влияющих на устойчивость животных к возникновению заболеваний обмена веществ, предлагаются LEP и IGF1 и APOBR1. Изучение ассоциативных связей этих генов с устойчивостью крупного рогатого скота к возникновению ряда нарушений метаболизма позволит определить конкретные генотипы, связанные с риском развития заболеваний обмена веществ, и в последующем разработать профилактические меры по их предотвращению.

Ключевые слова: *маркерная селекция, крупный рогатый скот, гены, болезни обмена веществ*

GENETIC MARKERS OF PREDISPOSITION TO METABOLIC DISEASES

Aleksandr D. Lemyakin[1], Aleksandr N. Tyazhchenko[2], Kseniya D. Sabetova[3], Aleksey A. Chaitskiy[4], Pavel O. Shchegolev[5], Lada S. Badanina[6]
[1, 2, 3, 4, 5, 6]Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

Author responsible for correspondence: Aleksey A. Chaitskiy,
leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

Abstract. In the era of the active development of digital technologies in animal husbandry, modern methods of molecular genetics began to acquire more relevance, making it possible to diagnose a whole range of economic characters in animals. At the same time, marker-oriented selection opens up opportunities for predicting predisposition to various diseases that cause significant economic damage. Non-contagious diseases of cattle, such as ketosis, fatty hepatosis, osteodystrophy and others are a significant problem at enterprises of various volumes of production capacity: from small farms to large industrial livestock complexes. The study of genetic markers in cattle that cause various aspects of metabolism and energy in the body, and the subsequent

establishment of associations between different allelic variants of these genes with metabolic diseases, will make it possible to identify both preferred genotypes suitable for further breeding and undesirable for this purpose. Ultimately, this will make it possible to conduct targeted selection and breeding work to increase the genetic resistance of animals to the occurrence of metabolic disorders in conditions of intensive exploitation and, therefore, to increase the efficiency of productive animal husbandry in general. Since metabolism and energy in the body are influenced by many genes, there should be several genetic markers of resistance to metabolic disorders. LEP and IGF1 and APOBR1 are proposed by many scientists as potential marker genes involved in metabolism and presumably affecting animal resistance to the onset of metabolic diseases. The study of the associations of these genes with the resistance of cattle to a number of metabolic disorders will make it possible to determine specific genotypes associated with the risk of developing metabolic diseases, and subsequently develop preventive measures to prevent them.

Keywords: *marker breeding, cattle, genes, metabolic diseases*

Финансирование: исследование выполнено в рамках гранта РНФ № 22-76-00006 от 28.07.2022 г.

Введение. В настоящее время у высокопродуктивного крупного рогатого скота широко распространены патологии обмена веществ, которые являются одним из основных факторов, препятствующих реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров.

Постоянное стремление сельхозтоваропроизводителей к максимальному повышению продуктивности животных и получению, в конечном счёте, наибольшей прибыли приводит к метаболической переориентации организма животного, что может сопровождаться клинически выраженными нарушениями обмена веществ. Они имеют широкое распространение и наносят значительный экономический ущерб [1, с. 411–414].

Последствия метаболических патологий выражаются в снижении продуктивности, воспроизводства, сокращении срока хозяйственного использования коров, учащении заболеваемости молодняка и его гибели в раннем постнатальном периоде. У высокопродуктивных молочных коров в той или иной форме наиболее часто регистрируются кетоз, жировая дистрофия, послеродовые парезы, остеодистрофия. Поиск более эффективных лечебно-профилактических схем при данных заболеваниях развивается во многих странах, однако они не всегда оказываются эффективными. Давая хорошие результаты в одних условиях, они оказываются малоэффективными или неэффективными в других. Всё это говорит о воздействии на отдельные звенья и механизмы в биологических процессах, протекающих в организме [2, с. 15–17].

Болезни обмена веществ по распространённости и экономическому ущербу, причиняемому животноводству, занимают одно из первых мест.

Рядом исследователей, в том числе Е. Н. Тюренковым с соавторами, сообщается, что на долю заболеваний обмена веществ приходится от 30–70% всех незаразных заболеваний животных [3, с. 37; 4, с. 143–148; 5, с. 610–680; 6, с. 8–12].

В связи с этим особую актуальность приобретает использование в животноводческой практике научных разработок, основанных на применении достижений молекулярной генетики.

Одним из наиболее актуальных направлений молекулярной генетики является селекция по маркерным генам, ассоциированными с хозяйственно полезными признаками. Поскольку на обмен веществ и энергии в организме оказывают влияние множество генов, то и генетических маркеров устойчивости к нарушениям метаболизма должно быть несколько. В качестве потенциальных маркерных генов, участвующих в метаболизме, и предположительно, влияющих на устойчивость животных к возникновению заболеваний обмена веществ, предлагаются LEP и IGF1 и APOBR1.

Материалы и методика исследования. В рамках данной работы произведён анализ данных литературы за последние десять лет с использованием таких электронно-библиотечных систем, как: ЭБС Лань, eLIBRARY, PubMed, NCBI, Cyberleninka, DairyScience.

Результаты и обсуждение.

Ген лептина (LEP). Лептин – гормон, вырабатываемый клетками жировой ткани (адипоцитами). Экспрессия гормона реализуется на уровне гипоталамо-гипофизарной системы. Его уровень в крови является сигналом для центральной нервной системы об энергетических ресурсах организма. Проявление физиологических функций данного гормона обуславливает ген лептина (LEP). У крупного рогатого скота ген лептина локализован в 4-й хромосоме и состоит из промоторной области, 3 экзонов, 2 интронов и 3"UTR-области (нетранслируемая) [7, с. 894–895].

Данный ген представляет большой интерес ввиду его связи с величиной молочной продуктивности и её качественными характеристиками. Кроме того, существуют ассоциативные связи LEP с продуктивным долголетием, что имеет большую

практическую значимость в селекционно-племенной работе [6, с. 8–12].

Кроме того, лептин служит связующим звеном в ряде метаболических процессов, определяющих степень насыщения организма. С позиции селекции животных изучение соответствующего гена представляет собой интерес для установления полиморфных форм, детерминирующих нарушение обменных процессов (одна из них – ожирение) [8, с. 133–135; 9, с. 24].

Наличие разноплановых ассоциаций (регуляция пищевого поведения, влияние на репродуктивную функцию, рост и конституция) и высокой степени полиморфизма локуса лептина свидетельствует о важной роли гена в регуляции различных метаболических процессов в организме [8, с. 135–136]. В связи с чем актуально установить ассоциации гена лептина с заболеваниями обмена веществ у крупного рогатого скота (кетоз, жировой гепатоз печени).

Так, в исследовании Л. И. Якушевой с соавторами установлено, что группу быков-производителей с генотипом LEP R25C CC отличает более низкий средний показатель индекса «устойчивости дочерей к кетозу», это может косвенно свидетельствовать о том, что генотип CC у крупного рогатого скота является одним из факторов риска развития кетоза [9, с. 25–26].

В другом исследовании, учёным Н. В. Ковалюк с соавторами, выявлено, что генотип отцов AARRYY для дочерей и генотип AARCYY для коров обладают определённой защитной ценностью в плане развития кетоза крупного рогатого скота [10, с. 22–24].

Полученные А. А. Абрамовым [11, с. 3–5] результаты об ассоциативной связи локусов гена лептина с жировым гепатозом печени продемонстрировали, что частоты встречаемости LEP полиморфизмов, а именно локусов R25C, Y7F и A80V, показали, что в группе здоровых коров голштинской породы, по сравнению с группой животных с жировым гепатозом, достоверно ($\chi 2 = 59,3$) чаще встречались генотипы RC (полиморфизм R25C), частота встречаемости генотипа CC (полиморфизм R25C), напротив, оказалась гораздо выше в группе животных с патологиями. Аналогичные тенденции отмечены для другого полиморфизма (A80V). Генотипы VV и AV встречались реже у здоровых животных ($\chi 2 = 9,1$). Установлено, что генотип CC (локус R25C) встречается чаще в группе коров с диагностированным жировым гепатозом.

Полученная информация свидетельствует об определённых закономерностях между развитием жирового гепатоза у коров и наличием в их генотипе полиморфизмов гена лептина. Однако эти данные нуждаются в подтверждении на большем поголовье животных.

Высокий процент встречаемости у коров метаболических нарушений обуславливает повышенный интерес исследователей к раскрытию механизмов, в том числе генетических, их возникновения и разработке на этой основе новых стратегий их профилактики и лечения. Новаторским подходом к решению данной проблемы может стать разработка методов выявления молекулярных механизмов развития гепатопатий у крупного рогатого скота с использованием современных технологий анализа ДНК.

Таким образом, работа в данном направлении позволит в последующем выделять молекулярные факторы, присущие для носителей генотипа риска, и сформируют возможность разработки прогностических мероприятий по профилактике и минимизации проявления заболеваний обмена веществ.

Ген инсулиноподобного фактора роста (IGF-1).

Ген инсулиноподобного фактора (IGF1) является одним из маркеров молочной продуктивности, оказывая существенное влияние на качество и величину продукции, получаемой от крупного рогатого скота.

Инсулиноподобный фактор роста-1 (IGF-I) является белковым фактором множественного действия. Стимулирует транспорт аминокислот и глюкозы в мышцах, повышает чувствительность клеток к инсулину, в жировой ткани – транспорт глюкозы, окисление глюкозы до CO_2, включение глюкозы в липиды. IGF1 регулируют рост, развитие, дифференциацию клеток тканей-мишеней (в частности, ткани молочной железы) и участвуют в метаболизме, реализации различных физиологических функций. Играет важнейшую роль в онтогенезе животных [12, с. 154–156; 13, с. 274–276; 14, с. 136–137].

Полиморфизм SnaBI5`-фланкирующей области гена bIGF-1 описан впервые W. Ge с соавторами в 1997 году. Ими было выявлено два аллеля: аллель bIGF A (нуклеотид T в положении –472) и мутантный аллель B (нуклеотидом C) [15, с. 1757].

Низкий уровень концентрации IGF-1 ассоциирован с воспалением кишечника, почечной недостаточностью. Рядом учёных (A. Nikolic-Judith, 2001; L. Patridge, 2001; J. Kim, 2014; I. Petruh, 2018) была установлена корреляция между углеводным, липидным, белковым метаболизмом и синтезом IGF-1 [16, с. 73–74; 17, с. 376–378; 18, с. 147–149; 19, с. 19–22].

В исследовании R. Soares и соавторов установлено, что IGF1 ассоциирован с клиническим и субклиническим кетозом при более поздних сроках лактации. Концентрация IGF1 была предложена в качестве раннего биомаркера кетоза [20, с. 76–79].

Поскольку ген инсулиноподобного фактора роста-1 у крупного рогатого скота начал изучаться сравнительно недавно, данных о его связи с болезнями обмена веществ как в России, так и за рубежом не приводилось, поэтому исследования в этой области актуальны.

Ген рецептора аполипопротеина (APOBR).

К генам, участвующим в метаболизме, относят ген рецептора аполипопротеина B (APOBR). Белок аполипопротеин B (APOB) является ключевым звеном в метаболизме липопротеинов, которые отвечают за поддержку нормального гомеостаза и концентрацию холестерина в плазме крови [21].

В свою же очередь рецептор данного белка представляет собой рецептор макрофагов, который связывается с аполипопротеином, участвующим в обмене пищевых липопротеинов, богатых триглицеридами. Этот рецептор может снабжать ретикулоэндотелиальные клетки необходимыми липидами, жирорастворимыми витаминами и другими питательными веществами, в виду чего представляет собой важную часть метаболических процессов. Белок APOBR синтезируется ретикулоэндотелиальными клетками (моноцитами, макрофагами и эндотелиальными клетками) в периферической крови, костном мозге, селезенке, лимфатических узлах, головном мозге, сердце, почках, печени, лёгких, поджелудочной железе и плаценте [22, с. 376–377]. Ген, кодирующий синтез белка APOBR, идентифицирован на 25 хромосоме крупного рогатого скота [21, с. 129–131].

В исследованиях, проведённых H. Huang с соавторами и J. J. Gross с коллегами, было установлено, что ген APOBR участвует в метаболизме инсулина или метаболизме липидов, что указывает на вклад генов, связанных с энергетическим метаболизмом, в генетическую основу кетоза [23, с. 564–567].

В опытах на коровах голштинской породы была обнаружена мутация потери функции гена APOBR, т.е. гомозиготные носители этой мутации характеризуются чрезвычайно низкой концентрацией холестерина в плазме, что приводит к летальному исходу вскоре после рождения. Однако среди гетерозиготных животных наблюдаются клинически здоровые особи, но у них отмечается меньшая концентрация холестерина и липопротеинов, по сравнению с гомозиготами, не имеющими данную мутацию. Исследователи предположили, что данное заболевание, скорее всего, характеризуется неполным доминантным типом наследования. При этом было отмечено присутствие гетерозиготных носителей мутации потери функции гена APOBR в размере 9% от изученной немецкой популяции коров голштинской породы и 5% – в популяции коров европейских пород, разводимых в Германии [23, с. 566–567].

Многие исследователи считают, что ген APOBR может быть одним из генов кандидатов, связанных с метаболическими заболеваниями крупного рогатого скота, в частности, кетоза. Хотя данные о наличии указанной связи в настоящее время отсутствуют, будущие исследования в этом направлении могут дать ценные сведения о механизмах формирования генетически обусловленной устойчивости животных к заболеванию кетозом.

Вывод. Таким образом, изучение генов LEP, IGF1 и APOBR в качестве потенциальных генетических маркеров, связанных с устойчивостью крупного рогатого скота к возникновению ряда нарушений метаболизма, позволит определить конкретные генотипы, ассоциированные с риском развития заболеваний обмена веществ, и в последующем разработать профилактические меры по их предотвращению.

Список источников

1. Щербаков Г. Г., Данилевская Н. В., Старченков С. В. [и др.] Справочник ветеринарного терапевта: учебное пособие. 5-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Изд-во «Лань», 2022. С. 411–414. ISBN 978-5-8114-0242-0.

2. Мищенко В. А., Мищенко А. В., Ермилов И. В. [и др.] Анализ нарушений обмена веществ у высокоудойных коров // Ветеринария Кубани. 2012. № 6. С. 15–17. EDN PNFBVT. ISSN 2071-8020.

3. Тюренкова Е. Н., Мороз М. Т., Олексиевич Е. А. Основные нарушения обмена веществ высокопродуктивных молочных коров. СПб. : ООО «РЦ «ПЛИНОР», 2013. С. 37.

4. Эленшлегер А. А., Афанасьев К. А. К проблеме нарушения минерального обмена веществ у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (149). С. 143–148. EDN YFPRQR. ISSN 1996-4277.

5. Баданина Л. С., Чикурова Ю. И., Лемякин А. Д. [и др.] ДНК-маркеры предрасположенности к заболеваниям обмена веществ крупного рогатого скота (обзор) // Современные тенденции развития аграрной науки : сб. науч. тр. международ. науч.-практ. конф. (Брянск, 01–02 декабря 2022 г.). Ч. 1. Кокино : Брянский государственный аграрный университет, 2022. С. 610–612. EDN PWWZZK.

6. Кузьминова Е. В., Семененко М. П., Абрамов А. А. [и др.] Современные технологии анализа ДНК как инструмент выявления наследственных предпосылок возникновения метаболических нарушений работы

печени у молочных коров // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8, № 3. С. 8–12. DOI 10.34617/r4c6-g056. EDN ZTLTQJ.

7. Лемякин А. Д., Тяжченко А. Н., Сабетова К. Д. [и др.] Воспроизводительная способность коров отечественных молочных пород с различными аллельными вариантами гена лептина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, № 6. С. 884–895. DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.6.884-895. EDN HVVDOA.

8. Komisarek J. Impact of LEP and LEPR gene polymorphisms on functional traits in Polish Holstein-Friesian cattle // Animal Science Papers and Reports. 2010. Vol. 28. P. 133–141.

9. Якушева Л. И., Абрамов А. А., Ковалюк Н. В. [и др.] Связь полиморфизмов R25C и A80V гена лептина быков-производителей с оценкой их дочерей на предрасположенность к возникновению кетоза // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8, № 3. С. 24–27. DOI 10.34617/y47d-6h82. EDN HYCVNW.

10. Ковалюк Н. В., Якушева Л. И., Кузьминова Е. В. [и др.] Связь полиморфизмов гена лептина с предрасположенностью крупного рогатого скота к кетозу // Генетика и разведение животных. 2020. № 3. С. 20–26. DOI 10.31043/2410-2733-2020-3-20-26. EDN RRXZQF.

11. Абрамов А. А., Кузьминова Е. В., Семененко М. П. [и др.] Исследование генетической предрасположенности коров-носителей полиморфизмов гена лептина к развитию жирового гепатоза // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9, № 2. С. 3–6. DOI 10.34617/dybe-w318. EDN AMATNN.

12. Белая Е. В., Михайлова М. Е. SnaBI-полиморфизм гена инсулиноподобного фактора роста (bIGF-I) у крупного рогатого скота // Молекулярная и прикладная генетика. 2009. Т. 9. С. 153–159. EDN LTPZMA. ISSN 1999-9127.

13. Михайлова М. Е., Белая Е. В., Волчок Н. М. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропинового каскада (bPit-1, bPrl, bGH, bGHR, bIGF-1) на признаки молочной продуктивности крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы белорусского разведения // Научный вестник Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. 2011. № 160 (2). С. 273–280.

14. Загидуллин Л. Р., Гилемханов И. Ю., Ахметов Т. М. [и др.] Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами по гену IGF1 // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 135–139. EDN WTRTZZ. ISSN 1992-2582.

15. Ge W., Davis M. E., Hines H. C. [et al.] A genetic marker associated with blood serum insulin like growth factor-I (IGF-I) concentration and growth traits in Angus cattle // Journal of Animal Science. 1997. № 75. P. 32.

16. Nikolić-Judith A., Šamanć H., Kovacević M. [et al.] Serum concentrations of insulin-like growth factors and thyroid hormones in healthy and ketotic dairy cows during the puerperium // Acta Veterinaria. 2001. Vol. 51, № 2-3. P. 73–88. doi:10.2298/AVB1106489P.

17. Partridge L., Alic N., Bjedov I. [et al.] Ageing in drosophila: the role of the insulin/Igf and TOR signalling network // Experimental Gerontologi. 2011. 46 (5). P. 376–381. doi:10.1016/j.exger.2010.09.003.

18. Kim J. W. Modulation of the somatotropic axis in periparturient dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2014. 27 (1). P. 147–154. doi:10.5713/ajas.2013.13139.

19. Petruh I., Simonov M., Vlizlo V. [et al.] The role of insulin-like growth factor and leptin in the pathogenesis of internal non-contagious pathology of dairy cows // Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences. 2018. 1 (2). P. 19–22. doi:10.32718/ujvas1-2.05

20. Soares R. A. N., Vargas G., Duffield T. [et al.] Genome-wide association study and functional analyses for clinical and subclinical ketosis in Holstein cattle // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, № 9. P. 10076–10089. doi:10.3168/jds.2020-20101. PMID: 34099305.

21. Tetens J., Heuer C., Heyer I. [et al.] Polymorphisms within the APOBR gene are highly associated with milk levels of prognostic ketosis biomarkers in dairy cows // Physiological Genomics. 2015. 47 (4). P. 129–137. PMID: 25670729. doi:10.1152/physiolgenomics.00126.2014.

22. Huang H., Cao J., Hanif Q. [et al.] Genome-wide association study identifies energy metabolism genes for resistance to ketosis in Chinese Holstein cattle // Animal Genetics. 2019. 50 (4). P. 376–380. doi:10.1111/age.12802.

23. Gross J. J., Schwinn A.-C., Schmitz-Hsu F. [et al.] The APOB loss-of-function mutation of Holstein dairy cattle does not cause a deficiency of cholesterol but decreases the capacity for cholesterol transport in circulation // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, № 11. P. 10564–10572. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16852.

References

1. Shcherbakov G. G., Danilevskaya N. V., Starchenkov S. V. [i dr.] Spravochnik veterinarnogo terapevta: uchebnoe posobie. 5-e izd., ispr. i dop. Sankt-Peterburg : Izd-vo «Lan'», 2022. S. 411–414. ISBN 978-5-8114-0242-0.

2. Mishchenko V. A., Mishchenko A. V., Ermilov I. V. [i dr.] Analiz narushenij obmena veshchestv u vysokoudojnyh korov // Veterinariya Kubani. 2012. № 6. S. 15–17. EDN PNFBVT. ISSN 2071-8020.

3. Tyurenkova E. N., Moroz M. T., Oleksievich E. A. Osnovnye narusheniya obmena veshchestv vysokoproduktivnyh molochnyh korov. SPb. : OOO «RC «PLINOR», 2013. S. 37.

4. Ehlenshleger A. A., Afanas'ev K. A. K probleme narusheniya mineral'nogo obmena veshchestv u korov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (149). S. 143–148. EDN YFPRQR. ISSN 1996-4277.

5. Badanina L. S., Chikurova Yu. I., Lemyakin A. D. [i dr.] DNK-markery predraspolozhennosti k zabolevaniyam obmena veshchestv krupnogo rogatogo skota (obzor) // Sovremennye tendencii razvitiya agrarnoj nauki : sb. nauch. tr. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Bryansk, 01–02 dekabrya 2022 g.). Ch. 1. Kokino : Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022. S. 610–612. EDN PWWZZK.

6. Kuz'minova E. V., Semenenko M. P., Abramov A. A. [i dr.] Sovremennye tekhnologii analiza DNK kak instrument vyyavleniya nasledstvennyh predposylok vozniknoveniya metabolicheskih narushenij raboty pecheni u molochnyh korov // Sb. nauch. tr. Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootekhnii i veterinarii. 2019. T. 8, № 3. S. 8–12. DOI 10.34617/r4c6-g056. EDN ZTLTQJ.

7. Lemyakin A. D., Tyazhchenko A. N., Sabetova K. D. [i dr.] Vosproizvoditel'naya sposobnost' korov otechestvennyh molochnyh porod s razlichnymi allel'nymi variantami gena leptina // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. T. 23, № 6. S. 884–895. DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.6.884-895. EDN HVVDOA.

8. Komisarek J. Impact of LEP and LEPR gene polymorphisms on functional traits in Polish Holstein-Friesian cattle // Animal Science Papers and Reports. 2010. Vol. 28. P. 133–141.

9. Yakusheva L. I., Abramov A. A., Kovalyuk N. V. [i dr.] Svyaz' polimorfizmov R25C i A80V gena leptina bykov-proizvoditelej s ocenkoj ih docherej na predraspolozhennost' k vozniknoveniyu ketoza // Sb. nauch. tr. Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootekhnii i veterinarii. 2019. T. 8, № 3. S. 24–27. DOI 10.34617/y47d-6h82. EDN HYCVNW.

10. Kovalyuk N. V., Yakusheva L. I., Kuz'minova E. V. [i dr.] Svyaz' polimorfizmov gena leptina s predraspolozhennost'yu krupnogo rogatogo skota k ketozu // Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2020. № 3. S. 20–26. DOI 10.31043/2410-2733-2020-3-20-26. EDN RRXZQF.

11. Abramov A. A., Kuz'minova E. V., Semenenko M. P. [i dr.] Issledovanie geneticheskoj predraspolozhennosti korov-nositelej polimorfizmov gena leptina k razvitiyu zhirovogo gepatoza // Sb. nauch. tr. Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootekhnii i veterinarii. 2020. T. 9, № 2. S. 3–6. DOI 10.34617/dybe-w318. EDN AMATNN.

12. Belaya E. V., Mikhajlova M. E. SnaBI-polimorfizm gena insulinopodobnogo faktora rosta (bIGF-I) u krupnogo rogatogo skota // Molekulyarnaya i prikladnaya genetika. 2009. T. 9. S. 153–159. EDN LTPZMA. ISSN 1999-9127.

13. Mikhajlova M. E., Belaya E. V., Volchok N. M. Vliyanie polimorfnyh variantov genov somatotropinovogo kaskada (bPit-1, bPrl, bGH, bGHR, bIGF-1) na priznaki molochnoj produktivnosti krupnogo rogatogo skota chyorno-pyostroj porody belorusskogo razvedeniya // Nauchnyj vestnik Nacional'nogo universiteta bioresursov i prirodopol'zovaniya Ukrainy. 2011. № 160 (2). S. 273–280.

14. Zagidullin L. R., Gilemkhanov I. Yu., Akhmetov T. M. [i dr.] Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka korov s raznymi genotipami po genu IGF1 // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4 (67). S. 135–139. EDN WTRTZZ. ISSN 1992-2582.

15. Ge W., Davis M. E., Hines H. C. [et al.] A genetic marker associated with blood serum insulin like growth factor-I (IGF-I) concentration and growth traits in Angus cattle // Journal of Animal Science. 1997. № 75. P. 32.

16. Nikolić-Judith A., Šamanć H., Kovacević M. [et al.] Serum concentrations of insulin-like growth factors and thyroid hormones in healthy and ketotic dairy cows during the puerperium // Acta Veterinaria. 2001. Vol. 51, № 2-3. P. 73–88. doi:10.2298/AVB1106489P.

17. Partridge L., Alic N., Bjedov I. [et al.] Ageing in drosophila: the role of the insulin/Igf and TOR signalling network // Experimental Gerontologi. 2011. 46 (5). P. 376–381. doi:10.1016/j.exger.2010.09.003.

18. Kim J. W. Modulation of the somatotropic axis in periparturient dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2014. 27 (1). P. 147–154. doi:10.5713/ajas.2013.13139.

19. Petruh I., Simonov M., Vlizlo V. [et al.] The role of insulin-like growth factor and leptin in the pathogenesis of internal non-contagious pathology of dairy cows // Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences. 2018. 1 (2). P. 19–22. doi:10.32718/ujvas1-2.05

20. Soares R. A. N., Vargas G., Duffield T. [et al.] Genome-wide association study and functional analyses for clinical and subclinical ketosis in Holstein cattle // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, № 9. P. 10076–10089. doi:10.3168/jds.2020-20101. PMID: 34099305.

21. Tetens J., Heuer C., Heyer I. [et al.] Polymorphisms within the APOBR gene are highly associated with milk levels of prognostic ketosis biomarkers in dairy cows // Physiological Genomics. 2015. 47 (4). P. 129–137. PMID: 25670729. doi:10.1152/physiolgenomics.00126.2014.

22. Huang H., Cao J., Hanif Q. [et al.] Genome-wide association study identifies energy metabolism genes for resistance to ketosis in Chinese Holstein cattle // Animal Genetics. 2019. 50 (4). P. 376–380. doi:10.1111/age.12802.

23. Gross J. J., Schwinn A.-C., Schmitz-Hsu F. [et al.] The APOB loss-of-function mutation of Holstein dairy cattle does not cause a deficiency of cholesterol but decreases the capacity for cholesterol transport in circulation // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, № 11. P. 10564–10572. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16852.

Сведения об авторах

Александр Дмитриевич Лемякин – селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; spin-код: 3662-8972.

Александр Николаевич Тяжченко – преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; tyazhchenko2024@mail.ru.

Ксения Дмитриевна Сабетова – кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией генетики и ДНК технологий Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; spin-код: 6120-9223.

Алексей Александрович Чаицкий – преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; spin-код: 3284-3654.

Павел Олегович Щеголев – кандидат сельскохозяйственных наук, селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; spin-код: 4842-8345.

Лада Сергеевна Баданина – обучающаяся факультета ветеринарной медицины и зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 7029-3030.

Information about the authors

Aleksandr D. Lemyakin – breeder-zootechnician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»; spin-code: 3662-8972.

Aleksandr N. Tyazhchenko – Lecturer at the Department of Private Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»; tyazhchenko2024@mail.ru.

Kseniya D. Sabetova – Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Genetics and DNA Technologies of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»; spin-code: 6120-9223.

Aleksey A. Chaitskiy – lecturer of the Department of Private Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»; spin-code: 3284-3654.

Pavel O. Shchegolev – Candidate of Agricultural Sciences, breeder-zootechnician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»; spin-code: 4842-8345.

Lada S. Badanina – student of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 7029-3030.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 636.082
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.006

ПРОДУКТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ КОРОВ ЧЁРНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМИ КОМПЛЕКСНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ПО ГЕНАМ GH И TG В УСЛОВИЯХ ПЛЕМРЕПРОДУКТОРОВ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К. Д. Сабетова[1], А. А. Чаицкий[2], А. Д. Лемякин[3], П. О. Щеголев[4]
[1, 2, 3, 4]Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Александрович Чаицкий,
leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

Реферат. Внедрение в практику животноводства ДНК-диагностики на основе молекулярных маркеров количественных признаков (QTL) может способствовать повышению эффективности традиционных программ разведения сельскохозяйственных животных. Гены соматотропина и тиреоглобулина являются активными участниками-регуляторами обменных процессов, и рассматривать их полиморфизмы следует вместе. Учитывая малочисленность научных работ, посвящённых комплексным генотипам GH/TG крупного рогатого скота, и несомненную значимость исследования ассоциативных связей с продуктивными качествами коров была поставлена цель – изучить продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области. Научные исследования проводили на базе лаборатории генетики и ДНК технологий ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Объектом исследований были коровы чёрно-пёстрой породы (n = 105) племенных репродукторов Костромской области. Источник данных племенного и зоотехнического учёта – ИАС «СЕЛЭКС». У коров проводили отбор проб генетического материала для генотипирования по генам GH и TG методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Амплификацию образцов ДНК осуществляли на приборе DTlite (Россия). Результаты были обработаны стандартными методами биометрического анализа. В результате исследований выявлено три комплексных генотипа по генам соматотропина и тиреоглобулина у коров чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области: LLCC, LLCT, LLTT. При анализе молочной продуктивности среди животных разных комплексных генотипов GH и TG не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию, однако установлена достоверная ассоциация аллелей GH^L и TG^T с показателями массовой доли жира и белка в молоке.

Ключевые слова: *комплексные генотипы, ген соматотропина, GH, ген тиреоглобулина, TG, коровы, чёрно-пёстрая порода, молочная продуктивность*

PRODUCTIVE TRAITS OF BLACK AND WHITE COWS WITH DIFFERENT GH AND TG COMPLEX GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF PEDIGREE BREEDING UNITS OF THE KOSTROMA REGION

Kseniya D. Sabetova[1], Aleksey A. Chaitskiy[2], Aleksandr D. Lemyakin[3], Pavel O. Shchegolev[4]
[1, 2, 3, 4]Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

Author responsible for correspondence: Aleksey A. Chaitskiy,
leha.chaittskiy@mail.ru, ORCID 0000-0002-5853-3809

Abstract. The introduction of DNA diagnostics based on molecular markers of quantitative traits (QTL) into animal husbandry practice may contribute to the efficiency of traditional farm animal breeding programs. Somatotropin and thyroglobulin genes are active regulatory participants in metabolic processes, and their polymorphisms should be considered together. Taking into account the small number of scientific works devoted to complex genotypes of GH/TG of cattle, and the undoubted significance of the study of associations with the productive qualities of cows, the goal was set – to study the productive signs of black-and-white cows with different complex genotypes for the GH and TG genes in the conditions of pedigree breeding units

of the Kostroma region. Scientific researches were carried out on the basis of the laboratory of genetics and DNA technologies of the FSBEI HE Kostroma SAA. The object of research was the cows of the black-and-white breed (n = 105) of pedigree breeding units of the Kostroma region. The source of breeding records and zootechnical accounting data is IAS "SELEX". The cows were sampled for genetic material for genotyping by GH and TG genes by real-time polymerase chain reaction (PCR-RV). Amplification of DNA samples was performed on DTlite (Russia). The results were processed by standard biometric analysis methods. As a result of studies, three complex genotypes for the somatotropin and thyroglobulin genes were revealed in cows of a black-and-white breed of pedigree breeding units of the Kostroma region: LLCC, LLCT, LLTT. When analyzing milk productivity among animals of different complex genotypes GH and TG, there was no significant difference in the value of milk yield per lactation, however, a reliable association of the GH^L and TG^T alleles with the mass fraction of fat and protein in milk was established.

Keywords: *complex genotypes, somatotropin gene, GH, thyroglobulin gene, TG, cows, black-and-white breed, dairy productivity*

Финансирование: исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-5026.2022.5.

Введение. Внедрение в практику животноводства ДНК-диагностики на основе молекулярных маркеров количественных признаков (QTL) может способствовать повышению эффективности традиционных программ селекции и разведения сельскохозяйственных животных, так как эти маркеры не подвержены влиянию факторов внешней среды и могут быть оценены независимо от пола на всех этапах индивидуального развития животного [1].

ДНК маркеры – это маркеры изменчивости участков генома, которые могут быть ассоциированы с фенотипическими проявлениями. Молочная продуктивность у крупного рогатого скота генетически детерминирована 197 генами молочных белков и более 6000 генов, участвующих в развитии и функционировании молочной железы. Учёными установлено, что эти гены расположены в 30 хромосомах крупного рогатого скота и эволюционируют медленнее, чем у других видов плацентарных. При этом генетической дивергенции сильнее подвержены гены белков молока, определяющие его питательные и иммунные свойства, а наиболее консервативными являются гены, ассоциированные с процессами маммогенеза, лактогенеза и лактопоэза [2].

Эффективное проведение селекционной работы по повышению продуктивности молочного скота предполагает изучение комплексного влияния целого ряда генов-маркеров. Однако в настоящее время наблюдается дефицит научных работ такого рода, находящихся в открытом доступе (open resource). В то же время, из имеющихся исследований лишь малая часть посвящена отечественным породам [3].

Современная молекулярная генетика предлагает ряд решений для определения ДНК-маркеров, детерминирующих нужные хозяйственно полезные признаки, из числа которых выделяются гены, экспрессирующие гормоны, участвующие в лактогенезе, росте и обмене веществ. К таковым относятся ген соматотропина и тиреоглобулина. Данные гены являются активными участниками-регуляторами обменных процессов, и рассматривать их полиморфизмы следует вместе [4; 5].

Ген соматотропина (GH) картирован в хромосоме 19 крупного рогатого скота. Наиболее часто при изучении гена GH уделяется внимание двум полиморфизмам: bGH-AluI и bGH-MspI [5–10]. При этом полиморфизм bGH-MspI в литературе освещён менее широко [11; 12].

Относительно распределения генотипов и аллелей по bGH-AluI учёные отмечают значительно большую частоту встречаемости аллеля L (0,840–0,940), по сравнению с аллелем V (до 0,062) среди популяций молочных пород скота, в том числе голштинской, чёрно-пёстрой, холмогорской, костромской, красно-пёстрой, бурятской пород и калмыцкой породы типа Адучи. Вместе с тем существуют исследования, показывающие нарастание частоты встречаемости аллеля V в популяции скота по мере наращивания доли кровности по улучшающей породе [13; 14]. Большинство исследований, посвящённых ассоциации гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота, касаются полиморфизма AluI. При этом учёными предпочтительным выделен аллель L и генотип LL как в мясном, так и в молочном скотоводстве [15–24].

Ген тиреоглобулина (TG) локализован в хромосоме 14 у крупного рогатого скота. Наиболее часто при изучении гена TG используют полиморфизм bTG5-BstXI [25; 26].

В статьях отечественных и зарубежных учёных, посвящённых исследованиям полиморфизма гена TG у коров голштинской, чёрно-пёстрой, бестужевской, холмогорской, симментальской пород, калмыцкой породы типа Адучи приводятся данные, что наибольшей частотой встречаемости отличался аллель C (0,68–0,71) гена тиреоглобулина, при этом аллель T и генотип TT характери-

зовались низкой частотой встречаемости [26–31].

В абердин-ангусской породе аллели C и T встречались приблизительно с одинаковой частотой, но при этом генотип TT имел частоту встречаемости 0,02–0,03 [32–34].

В то же время, по сообщениям других авторов, генотип TT вообще отсутствовал в популяциях герефордской, айрширской и бурой швицкой пород, а генотип CC встречался более чем у 90% животных [29; 33; 35; 36].

Однако в большинстве научных работ сообщается, что этот довольно редкий аллель T гена тиреоглобулина ассоциирован с высоким качеством молочной продуктивности и мраморностью мяса [28; 30; 37–43].

Продуктами экспрессии генов GH и TG являются одноимённые гормоны, участвующие в регуляции процессов роста и развития организма. Белок тиреоглобулин является предшественником гормонов щитовидной железы трийодтиронина (T3) и тироксина (T4). Биохимиками сообщается, что в отсутствии T4 соматотропин (гормон роста) неспособен стимулировать рост скелета, что даёт возможность предположить о значимом влиянии наследуемости комплексных генотипов данных генов [44].

Учитывая тесную взаимосвязь данных белковых молекул в онтогенезе организма, многими авторами делается вывод об их значимом влиянии на формирование уровня молочной продуктивности и отдельных компонентов молока у коров [45].

Однако исследования комплексного влияния генов соматотропина и тиреоглобулина на продуктивные признаки коров носят немногочисленный характер.

По данным литературы, среди различных пород крупного рогатого скота наибольшей частотой обладает комплексный генотип LLCC – 0,282–0,575, в особенности у коров камлыцкой (57,5%), голштинизированной чёрно-пёстрой (56,3%), абердин-ангусской (48,5%) и герефордской (35,1%) пород. Широкое распространение имеет также генотип LVCC, в том числе у животных симментальской – 33,3%, холмогорской – 30,4% и казахской белоголовой породы – 25%. Генотип LLCT показал высокую частоту встречаемости у коров казахской белоголовой – 25%, симментальской – 20,2% и голштинизированной чёрно-пёстрой породы – 24%. Комплексный генотип LVCT также регистрировался достаточно часто у чёрно-пёстрой (21,3%), холмогорской (19,5%) и казахской белоголовой (12,5%) пород. Сравнительно редкими были генотипы VVCT и VVTT, которые встречались только в стадах чёрно-пёстрой и холмогорской пород [4; 32; 38; 41; 46].

Рядом учёных предпринимались попытки исследования ассоциации генов GH и TG с продуктивными признаками крупного рогатого скота без учёта комплексных генотипов.

Так, по данным Ю. Р. Юльметьевой и Ш. К. Шакирова, по величине удоя в большую сторону отличались коровы холмогорской породы татарстанского типа с генотипами VV и CC, при этом наилучшими технологическими качествами обладало молоко коров, в геноме которых были V- и T-аллели генов GH и TG соответственно [47].

Учёными Е. О. Крупиным, Ш. К. Шакировым, М. Ш. Тагировым при проведении исследования динамики молочной продуктивности холмогорской породы татарстанского типа под влиянием фактора научно обоснованного сбалансированного кормления было установлено значимое влияние генотипа, при этом увеличение удоев на 15,0% с учётом базисных МДЖ и МДБ было у животных с генотипами GH^{LL} ($P < 0,001$) и TG^{TT}. Наибольшая калорийность молока была выявлена у коров с генотипом GH^{LV} (688 ккал) и TG^{TT} (757 ккал) [48]. Этими авторами также установлено высокое содержание общего белка и глюкозы в сыворотке крови коров с генотипами GH^{LV} и $TG5^{CC}$ [49].

Другими учёными были осуществлены попытки интерпретации ассоциативных связей комплексных генотипов GH/TG с хозяйственно ценными признаками коров. Так, Ф. Р. Валитовым в популяции чёрно-пёстрых коров было установлено, что наиболее высоким уровнем удоя, МДЖ и МДБ характеризовались особи с генотипами LLCT и LLTT [12].

В исследованиях С. В. Тюлькина на голштинизированных коровах чёрно-пёстрой породы сообщается, что наибольшая величина удоя и содержания жира в молоке регистрировалась у животных LLCT-генотипа, а высокая белковомолочность была ассоциирована с генотипом LLCC. В холмогорской породе жирномолочность также была высокой у коров с генотипом LVCT (3,93%), а белковомолочность – у особей генотипа LVCC (3,3%), в то время как наибольшие количественные показатели молочной продуктивности, напротив, регистрировались у коров LLCC-генотипа [4].

Учитывая малочисленность научных работ, посвящённых комплексным генотипам GH/TG крупного рогатого скота, и несомненную значимость исследования ассоциативных связей с продуктивными качествами была поставлена цель – изучить продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области.

Материал и методы. Научные исследования проводили на базе лаборатории генетики и ДНК технологий ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Объектом исследований были коровы чёрно-пёстрой породы (n = 105) племенных репродукторов Ко-

стромской области. Источник данных племенного и зоотехнического учёта – ИАС «СЕЛЭКС».

У коров в условиях хозяйств проводили пункцию хвостовой вены с целью отбора проб генетического материала в виде цельной периферической крови в промаркированные вакуумные системы с антикоагулянтом ЭДТА К2 («IMPROVE», Германия). ДНК коров получали сорбентным методом с помощью набора реактивов ПРОБА-ГС-ГЕНЕТИКА (ООО «НПО ДНК-технология», Россия) в соответствии с инструкцией производителя.

Генотипирование коров по генам GH и TG проводили методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Амплификацию образцов ДНК осуществляли на приборе DTlite (ООО «НПО ДНК-технология», Россия) по стандартной температурной схеме.

В состав амплификационной смеси входило (из расчёта на 1 образец): 5 мкл образца ДНК, 20 мкл ПЦР-смеси, 0,24 мкл 25 мМ дезоксинуклеозидтрифосфата (dNTP), 10 мкл раствора полимеразы (0,5 мкл TAQ полимеразы и 9,5 мкл ПЦР-буфера). В состав ПЦР-смеси входили следующие компоненты: зонд FAM и HEX по 0,1 мкл, зонд BHQ – 0,3 мкл, праймер rev – 0,6 мкл, праймер forw – 0,1 мкл.

Частоту встречаемости генотипа в популяции рассчитывали по формуле (1):

$$P = \frac{m}{N}, \qquad (1)$$

где P – частота встречаемости генотипа;

m – число особей с данным генотипом;

N – общее количество особей в изучаемой группе.

Частоту встречаемости аллелей в популяции вычисляли по формуле (2):

$$p = \frac{2n_{pp}+n_{pq}}{2N} \text{ и } q = \frac{2n_{qq}+n_{pq}}{2N}, \qquad (2)$$

где p – частота встречаемости первого аллеля;

q – частота встречаемости второго аллеля;

n_{pp}, n_{pq}, n_{qq} – количество носителей генотипов pp, pq и qq соответственно;

N – общее количество особей в изучаемой группе.

Независимость распространения аллелей в популяции и соблюдение закона генного равновесия Харди-Вайнберга по изучаемым генам проверяли при помощи следующего уравнения (3):

$$p^2+2pq+q^2=1, \qquad (3)$$

где p и q – частоты аллелей p и q соответственно.

Результаты исследований обработаны в приложении MS Office Excel 2019 стандартными методами биометрического анализа. Достоверность разности между средними показателями групп оценивали путём расчёта t-критерия Стьюдента, достоверной считалась разность между группами при $P < 0,05$. При оценке разницы между наблюдаемым и ожидаемым частотным распределением аллелей и генотипов применяли метод «хи-квадрат», разницу считали достоверной при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение. В результате генотипирования коров чёрно-пёстрой породы по генам тиреоглобулина и соматотропина были определены их комплексные генотипы (табл. 1).

По результатам генетической диагностики коров чёрно-пестрой породы из девяти потенциально возможных установлены три комбинации аллелей гена соматотропина и тиреоглобулина. В племрепродукторе СПК «Расловское» выявлены животные с предпочтительным по хозяйственно полезным признакам молочной продуктивности комплексным генотипом LLTT (0,031). Кроме того, в данном хозяйстве частота комплексного генотипа LLCT регистрировалась на 30,3% чаще по сравнению со стадом СПК «Яковлевское». Между тем встречаемость наиболее распространённого генетического варианта LLCC в СПК «Яковлевское» фиксировалась на 16,4% чаще относительно СПК «Расловское».

Полученные результаты во многом соотносятся с информацией С. В. Тюлькина (2019), где у голштинской породы также отмечалась высокая частота встречаемости генотипа LLCC – 0,563, LLCT – 0,241. В исследованиях Ф. Р. Валитова (2019) на чёрно-пёстрой породе коров сообщается о похожих результатах, где генотип LLCC имел частоту 0,194, LLCT – 0,147, LLTT – 0,034.

Таблица 1 – Частота встречаемости комплексных генотипов TG и GH у коров чёрно-пёстрой породы в Костромской области

Порода / хозяйство	Частота встречаемости								
	LLCC	LLCT	LLTT	LVCC	LVCT	LVTT	VVCC	VVCT	VVTT
СПК «Расловское»	0,646	0,323	0,031	–	–	–	–	–	–
СПК «Яковлевское»	0,775	0,225	0,000	–	–	–	–	–	–
Чёрно-пёстрая	**0,695**	**0,286**	**0,019**	–	–	–	–	–	–

Проверка соблюдения уравнения Харди-Вайнберга позволяет судить об отсутствии статистически значимого различия между наблюдаемыми и ожидаемыми частотами комплексных генотипов GH/TG. Следовательно, генное равновесие в популяции соблюдено, что говорит об отсутствии давления каких-либо селекционных факторов на распределение комплексных генотипов в исследуемых популяциях коров.

По данным ежегодника ВНИИПЛЕМ за 2022 год, средние удои в стадах коров чёрно-пёстрой породы в Костромской области варьируют в пределах 8000 кг за лактацию, содержание жира в молоке – 4,23–4,38%, содержание белка в молоке – 3,04–3,23% [50].

Молочная продуктивность коров изучаемых выборок в разрезе разных комплексных генотипов генов соматотропина и тиреоглобулина представлена в таблице 2.

Установлено, что у коров чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию в разрезе разных комплексных генотипов GH и TG.

Однако в СПК «Расловское» выявлена тенденция к наиболее высоким удоям у коров-носителей комплексного генотипа LLCT, что выше относительно LLCC и LLTT на 220,6 и 1034,6 кг (3,4 и 18,2%) соответственно.

По величине МДЖ коровы этого хозяйства, имеющие в своём геноме LLCC и LLCT-генотипы GH/TG, находились практически на одном уровне. При этом особи с генотипом LLCC обладали достоверно более высокой массовой долей жира в молоке относительно LLTT – на 0,30% (P < 0,001). По белковомолочности преимущество животных LLCT-генотипа, по сравнению с носителями LLCC и LLTT, составило 0,03 и 0,13% (P < 0,001) соответственно.

Таблица 2 – Показатели продуктивности коров с разными комплексными генотипами GH/TG

Порода / хозяйство	Показатель	LLCC	LLCT	LLTT
СПК «Расловское»	n	42	21	2
	удой, кг	6471,11±170,47	6691,78±208,91	5657,17±2528,38
	жир, %	4,08±0,04[1]***	4,09±0,06[1]***	3,77±0,07
	белок, %	3,25±0,02	3,28±0,03	3,15±0,10
СПК «Яковлевское»	n	31	9	0
	удой, кг	8021,33±198,73	7833,94±153,10	–
	жир, %	3,95±0,06	4,19±0,05[2]**	–
	белок, %	3,16±0,03	3,24±0,02[2]*	–
Чёрно-пёстрая	n	73	30	2
	удой, кг	7129,42±157,05	7034,43±179,76	5657,17±2528,38
	жир, %	4,02±0,03[1]***	4,12±0,05[1]***	3,77±0,07
	белок, %	3,21±0,01	3,26±0,02[2]*	3,15±0,10

Примечание: 1 – достоверность различий указана в сравнении с генотипом LLTT; 2 – в сравнении LLCC и LLCT (1* – P < 0,05; 1** – P < 0,01; 1*** – P < 0,001).

В СПК «Яковлевское» коровы LLCC-генотипа по количественным показателям продуктивности превосходили носителей LLCT на 187,39 кг (2,39%), но при этом значимо уступали животным с генетическим вариантом LLCT – на 0,24% (P < 0,01) и 0,08% (P < 0,05) по массовой доле жира и белка в молоке соответственно.

В среднем по данным выборкам коров чёрно-пёстрой породы региона установлено, что LLCC-генотип ассоциируется с более высоким удоем за лактацию относительно коров с LLCT и LLTT-генотипом – на 95 кг и 1471 кг соответственно, но более низким качественным составом молока, в сравнении с носителями генетического варианта LLCT (на 0,10%), по жирномолочности и на 0,04% (P < 0,05) – по белковомолочности. Также коровы с комплексными генотипами LLCT и LLCC достоверно превосходили носителей LLTT по жирномолочности на 0,35% (P < 0,001) и на 0,025% (P < 0,001) соответственно.

Вывод. Таким образом, в результате исследований выявлены три комплексных генотипа по генам соматотропина и тиреоглобулина у крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы племенных репродукторов Костромской области: LLCC, LLCT, LLTT. При анализе молочной продуктивности среди животных разных комплексных генотипов GH и TG не было выявлено достоверной разницы по величине удоя за лактацию, однако установлена достоверная ассоциация аллелей GH^L и TG^T с показателями массовой доли жира и белка в молоке.

Список источников

1. Сафина Н. Ю., Шакиров Ш. К., Гайнутдинова Э. Р. [и др.] ДНК-тестирование полиморфизма гена GPX-1 крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 37–40. DOI 10.33943/MMS.2020.75.68.009. EDN OJIOBY.

2. Глазко В. И., Косовский Г. Ю., Глазко Т. Т. [и др.] ДНК маркеры и «микросателлитный код» (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58, № 2. С. 223–248. DOI 10.15389/agrobiology.2023.2.223rus. EDN GABPSB.

3. Михалюк А. Н., Танана Л. А., Кузьмина Т. И. Ассоциация комплекса полиморфных вариантов генов DGAT1, GH, PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции // Генетика и разведение животных. 2023. № 1. С. 74–83. DOI 10.31043/2410-2733-2023-1-74-83. EDN HOYEXJ.

4. Тюлькин С. В. Молекулярно-генетическое тестирование крупного рогатого скота по генам белков молока, гормонов, фермента и наследственных заболеваний : дис. … д-ра биол. наук / Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. Казань, 2019. 349 с.

5. Лемякин А. Д., Тяжченко А. Н., Чаицкий А. А. [и др.] Комплексное влияние полиморфизма генов соматотропина и тиреоглобулина на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Генетические ресурсы животноводства и растениеводства: состояние и перспективы в сфере сельского хозяйства : сб. науч. тр. международ. науч.-практ. конф. (Махачкала, 03–04 ноября 2022 г.). Махачкала : ООО «Издательство АЛЕФ», 2022. С. 267–275. ISBN 978-5-00212-096-3. EDN TAHRBZ.

6. Щеголев П. О., Сабетова К. Д., Чаицкий А. А. [и др.] Ассоциация гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота (обзор) // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 61–72. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010. EDN UQZHHM.

7. Сычёва О. В., Кононова Л. В. Генетические маркеры в молочном скотоводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 1 (1). С. 27–31. EDN OSOHGP.

8. Васильева Л. И., Митютько В. И. Молекулярно-генетические маркеры для оценки генетического полиморфизма // Вестник Студенческого научного общества. 2017. Т. 8, № 1. С. 157–160. ISSN 2077-5873.

9. Бейшова И. С. Фенотипические эффекты генов соматотропинового каскада, ассоциированных с мясной продуктивностью у коров казахской белоголовой породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 48–53. ISSN 1997-3225.

10. Ахметова А. Н., Халишхова Д. В., Боготова З. И. [и др.] Генетическая структура крупного рогатого скота голштинской породы в Кабардино-Балкарии по генам PRL и GH / Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 4 (96). С. 26–33. DOI 10.35330/1991-6639-2020-4-96-26-33.

11. Долматова И. Ю., Ильясов И. Г. Полиморфизм гена гормона роста крупного рогатого скота в связи с молочной продуктивностью // Генетика. 2011. Т. 47, № 6. С. 814–820. ISSN 0016-6758. EDN NWCKGB.

12. Валитов Ф. Р. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов соматотропина и тиреоглобулина с молочной продуктивностью коров чёрно-пёстрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 284–287. ISSN 2073-0853.

13. Перчун А. В., Лазебная И. В., Белокуров С. Г. [и др.] Полиморфизм генов CSN3, bPRL и bGH у коров костромской породы в связи с показателями молочной продуктивности // Фундаментальные исследования. 2012. № 11-2. С. 304–308. ISSN 1812-7339.

14. Попов А. Н., Попов Н. А., Некрасов А. А. Полиморфизм гена bGH в стаде красно-пёстрой породы ООО «Ермоловское» // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 15. С. 64–68. EDN WFFDLN.

15. Ruprechter G., Carriquiry M., Ramos J. M. [et al.] Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotropic axis genes // Acta Veterinaria Scandinavica. 2011. Vol. 53, № 35. DOI 10.1186/1751-0147-53-35.

16. Бейшова И. С. Анализ предпочтительных и альтернативных генотипов коров казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (69). С. 173–176. ISSN 2073-0853.

17. Некрасов А. А., Попов А. Н., Попов Н. А. [и др.] Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на энергию роста телок черно-пестрой голштинской породы // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5-2 (10). С. 91–95. eISSN 2412-9356.

18. Ялуга В. Л., Прожерин В. П., Хабибрахманова Я. А. [и др.] Полиморфизм генов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP у холмогорских коров // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 4. С. 5–8. ISSN 0026-9034.

19. Ткаченко И. В., Гридина С. Л. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотелок уральского типа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 87–95. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

20. Ярышкин А. А. Влияние полиморфных вариантов гена соматотропина на молочную продуктивность коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 279–281. ISSN 2073-0853.

21. Урядников М. В., Улубаев И. Х. Оценка аллелей и генотипов соматотропина по полиморфизму и живой массе коров черно-пестрой породы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (77). С. 80–83. ISSN 1996-4277.

22. Крамаренко А. С., Гиль М. И., Гладырь Е. А. [и др.] Анализ связи полиморфизма гена гормона роста (bGH) с ростовыми признаками коров южной мясной породы // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2015. № 113. С. 112–119. EDN UDRJKZ.

23. Михайлова М. Е., Белая Е. В. Влияние полиморфных вариантов генов соматотропинового каскада bGH, bGHR и bIGF-1 на признаки молочной продуктивности у крупного рогатого скота голштинской породы // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2011. Т. 55, № 2. С. 63–69. ISSN 1561-8223.

24. Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф., Третьякова Н. А. Полиморфизм генов CAPN1, GH, TG5 и LEP у молодняка нового мясного типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

25. Лемякин А. Д., Тяжченко А. Н., Чаицкий А. А. [и др.] Ассоциация гена тиреоглобулина (TG5) с хозяйственно полезными признаками крупного рогатого скота (грант Президента Российской Федерации № мк-5026.2022.5) // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 4 (8). С. 39–47. DOI 10.52025/2712-8679_2022_04_39. EDN LMKSTI.

26. Зиннатов Ф. Ф., Шамсова А. Р., Зиннатова Ф. Ф. [и др.] Взаимосвязь полиморфизма генов липидного обмена (LEP, TG) с молочной продуктивностью крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2017. Т. 231, № 3. С. 72–75. EDN WTECAW.

27. Зиннатов Ф. Ф., Хайруллин Д. Д., Зиннатова Ф. Ф. [и др.] ПЦР-ПДРФ анализ в идентификации взаимосвязи гена тиреоглобулина (TG5) с молочной продуктивностью КРС // Физико-химическая биология как основа современной медицины : тезисы докладов участников Республиканской конф. с международ. участием, посвященной 80-летию со дня рождения Т. С. Морозкиной / под редакцией А. Д. Тагановича, В. В. Хрусталёва, Т.А. Хрусталёвой (Минск, 29 мая 2020 г.). Минск : Белорусский государственный медицинский университет, 2020. С. 60–62. EDN HYGDRI.

28. Рачкова Е. Н. Ассоциации генов, связанных с молочной продуктивностью и резистентностью к маститу крупного рогатого скота : дис…. канд. биол. наук : 06.02.07 / Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. Казань, 2017. 115 с.

29. Dolmatova I., Valitov F., Gizatullin R. [et al.] Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 10. P. 2046–2052. DOI 10.14202/vetworld.2020.2046-2052. EDN DNLGOC.

30. Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Ассоциативные связи гена тиреоглобулина с продуктивным долголетием молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 1. С. 14–19. DOI 10.33943/MMS.2020.65.47.004. EDN QYNAKG.

31. Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф., Третьякова Н. А. Полиморфизм генов CAPN1, GH, TG5 и LEP у молодняка нового мясного типа Адучи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

32. Сурундаева Л. Г. Сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 21–29. EDN XILXQX.

33. Епишко О. А., Сонич Н. А., Пестис В. К. [и др.] Полиморфизм генов MSTN, TG5, CAPN1 у мясных пород крупного рогатого скота Беларуси // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр / под ред. В. К. Пестиса. Гродно, 2017. Т. 37. С. 68–75. ISBN 978-985-537-108-4.

34. Габидулин В. М., Алимова С. А., Тарасов М. В. Влияние полиморфизма гена тиреоглобуллина (TG-5) на продуктивность стада мясного скота в ООО «Суерь» абердин-ангусской породы австралийской селекции в зоне Зауралья // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3 (95). С. 21–26. EDN WVPFZB.

35. Ларионова П. В. Разработка и экспериментальная апробация систем анализа полиморфизма генов-кандидатов липидного обмена у крупного рогатого скота : автореф. дисс. … канд. биол. наук : 03.00.23; 06.02.01. Дубровицы, 2006. 24 с. EDN ZMKMJL.

36. Долгих Н. И., Мухтарова О. М. Полиморфизм гена тиреоглобулина (TG5) у быков герефордской породы в ООО «КХ Волгарь» // Неделя студенческой науки : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Москва, 25 апреля 2023 г.). М. : ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2023. С. 360–362. EDN JQZTCU.

37. Сафина Н. Ю., Шакиров Ш. К., Зиннатов Ф. Ф. [и др.] Ассоциация полиморфизма гена тиреоглобулина с интенсивностью роста и воспроизводительных качеств голштинского скота // Ветеринарный врач. 2018. № 1. С. 59–63. ISSN 1998-698X. EDN YSZKNY.

38. Валитов Ф. Р. Эффективность использования современных методов маркерной селекции в молочном скотоводстве : дисс. … д-ра с.-х. наук : 06.02.07. Уфа, 2018. 396 с.

39. Сонич Н. А., Епишко О. А., Танана Л. А. [и др.] Показатели мясной продуктивности абердин-ангус х черно-пестрых быков в зависимости от генотипов по генам тиреоглобулина (TG5), кальпаина (CAPN1) и миостатина (MSTN) // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2019. Т. 44. С. 226–235. EDN TCIYRE.

40. Зиннатов Ф. Ф., Якупов Т. Р., Зиннатова Ф. Ф. [и др.] Взаимосвязь генов LEP, TG5 и SCD1 с жирномолочностью коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 250, № 2. С. 85–92. DOI 10.31588/2413_4201_1883_2_250_85.

41. Тюлькин С. В., Гильманов Х. Х., Ржанова И. В. [и др.] Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами тиреоглобулина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 240, № 4. С. 187–190. DOI 10.31588/2413-4201-1883-240-4-187-191.

42. Степанов И. П. Влияние полиморфизма гена тиреоглобулина (TG) на мясную и молочную продукцию крупного рогатого скота // Молодёжная наука : сб. статей VIII Международ. науч.-практ. конф. (Пенза, 12 ноября 2022 г.). Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 11–13. EDN WQPIDA.

43. Конджария Т. Г. Влияние полиморфизма гена тиреоглобулина на продуктичность и репродуктивные качества крупного рогатого скота // Advances in Science and Technology : сб. статей LII международ. науч.-практ. конф. (Москва, 30 апреля 2023 г.). М. : ООО «Актуальность.РФ», 2023. С. 36–38. EDN WJPQZP.

44. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. 5-е изд. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 768 с. ISBN 978-5-9704-1195-7.

45. Крупин Е. О., Шакиров. Ш. К. Ассоциация молочной продуктивности, содержания жира и белка в молоке коров с полиморфизмом по генам GH и TG5 при сбалансированном кормлении // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 10. С. 62–66. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11014. EDN OBCXLQ.

46. Тюлькин С. В., Ахметов Т. М., Валиуллина Э. Ф. [и др.] Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков-производителей // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 4-2. С. 1008–1012. ISSN 2500-0462. EDN RUVMAJ.

47. Юльметьева Ю. Р., Шакиров Ш. К. Участие генов-кандидатов липидного обмена в формировании продуктивности коров // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 10–13. ISSN 0026-9034. EDN XXIAOV.

48. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Тагиров М. Ш. Динамика физико-химического состава и молочной продуктивности коров при сбалансированном кормлении в зависимости от генотипа // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 2 (23). С. 39–44. ISSN 2307-5872. EDN OAGPMJ.

49. Крупин Е. О., Тагиров М. Ш. Биохимические показатели белкового и углеводного обмена у коров различных генотипов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 233, № 1. С. 83–88. ISSN 2413-4201. EDN YTJRZD.

50. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022 год) / составители Г. И. Шичкин, Д. В. Бутусов, Г.Ф. Сафина [и др.]. Лесные Поляны : ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», 2023. 255 с. ISBN 978-5-87958-436-3. EDN WCVFPB.

References

1. Safina N. Yu., Shakirov Sh. K., Gajnutdinova E. R. [i dr.] DNK-testirovanie polimorfizma gena GPX-1 krupnogo rogatogo skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2020. № 7. S. 37–40. DOI 10.33943/MMS.2020.75.68.009. EDN OJIOBY.

2. Glazko V. I., Kosovskij G. Yu., Glazko T. T. [i dr.] DNK markery i «mikrosatellitnyj kod» (obzor) // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2023. T. 58, № 2. S. 223–248. DOI 10.15389/agrobiology.2023.2.223rus. EDN GABPSB.

3. Mikhalyuk A. N., Tanana L. A., Kuz'mina T. I. Associaciya kompleksa polimorfnyh variantov genov DGAT1, GH, PRL i BLG s pokazatelyami molochnoj produktivnosti korov golshtinskoj porody molochnogo skota otechestvennoj selekcii // Genetika i razvedenie zhivotnyh. 2023. № 1. S. 74–83. DOI 10.31043/2410-2733-2023-1-74-83. EDN HOYEXJ.

4. Tyul'kin S. V. Molekulyarno-geneticheskoe testirovanie krupnogo rogatogo skota po genam belkov moloka, gormonov, fermenta i nasledstvennyh zabolevanij : dis. … d-ra biol. nauk / Kazan. gos. akad. veterinar. mediciny im. N. E. Baumana. Kazan', 2019. 349 s.

5. Lemyakin A. D., Tyazhchenko A. N., Chaitskij A. A. [i dr.] Kompleksnoe vliyanie polimorfizma genov somatotropina i tireoglobulina na molochnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota // Geneticheskie resursy zhivotnovodstva i

rastenievodstva: sostoyanie i perspektivy v sfere sel'skogo hozyajstva : sb. nauch. tr. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Mahachkala, 03–04 noyabrya 2022 g.). Mahachkala : OOO «Izdatel'stvo ALEF», 2022. S. 267–275. ISBN 978-5-00212-096-3. EDN TAHRBZ.

6. Shchegolev P. O., Sabetova K. D., Chaitskij A. A. [i dr.] Associaciya gena gormona rosta s produktivnymi priznakami krupnogo rogatogo skota (obzor) // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S. 61–72. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.010. EDN UQZHHM.

7. Sycheva O. V., Kononova L. V. Geneticheskie markery v molochnom skotovodstve // Agrarno-pishchevye innovacii. 2018. № 1 (1). S. 27–31. EDN OSOHGP.

8. Vasil'eva L. I., Mityut'ko V. I. Molekulyarno-geneticheskie markery dlya ocenki geneticheskogo polimorfizma // Vestnik Studencheskogo nauchnogo obshchestva. 2017. T. 8, № 1. S. 157–160. ISSN 2077-5873.

9. Bejshova I. S. Fenotipicheskie effekty genov somatotropinovogo kaskada, associirovannyh s myasnoj produktivnost'yu u korov kazahskoj belogolovoj porody // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 1. S. 48–53. ISSN 1997-3225.

10. Akhmetova A. N., Khalishkhova D. V., Bogotova Z. I. [i dr.] Geneticheskaya struktura krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody v Kabardino-Balkarii po genam PRL i GH / Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. 2020. № 4 (96). S. 26–33. DOI 10.35330/1991-6639-2020-4-96-26-33.

11. Dolmatova I. Yu., Il'yasov I. G. Polimorfizm gena gormona rosta krupnogo rogatogo skota v svyazi s molochnoj produktivnost'yu // Genetika. 2011. T. 47, № 6. S. 814–820. ISSN 0016-6758. EDN NWCKGB.

12. Valitov F. R. Vzaimosvyaz' polimorfnyh variantov genov somatotropina i tireoglobulina s molochnoj produktivnost'yu korov chyorno-pyostroj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (72). S. 284–287. ISSN 2073-0853.

13. Perchun A. V., Lazebnaya I. V., Belokurov S. G. [i dr.] Polimorfizm genov CSN3, bPRL i bGH u korov kostromskoj porody v svyazi s pokazatelyami molochnoj produktivnosti // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. № 11-2. S. 304–308. ISSN 1812-7339.

14. Popov A. N., Popov N. A., Nekrasov A. A. Polimorfizm gena bGH v stade krasno-pyostroj porody OOO «Ermolovskoe» // Sel'skohozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov. 2016. № 15. S. 64–68. EDN WFFDLN.

15. Ruprechter G., Carriquiry M., Ramos J. M. [et al.] Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotropic axis genes // Acta Veterinaria Scandinavica. 2011. Vol. 53, № 35. DOI 10.1186/1751-0147-53-35.

16. Bejshova I. S. Analiz predpochtitel'nyh i al'ternativnyh genotipov korov kazahskoj belogolovoj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 1 (69). S. 173–176. ISSN 2073-0853.

17. Nekrasov A. A., Popov A. N., Popov N. A. [i dr.] Vliyanie polimorfizma genov molochnyh belkov i gormonov na energiyu rosta telok cherno-pestroj golshtinskoj porody // Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. 2016. № 5-2 (10). S. 91–95. eISSN 2412-9356.

18. Yaluga V. L., Prozherin V. P., Khabibrakhmanova Ya. A. [i dr.] Polimorfizm genov CSN3, LGB, PRL, GH, LEP u holmogorskih korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2018. № 4. S. 5–8. ISSN 0026-9034.

19. Tkachenko I. V., Gridina S. L. Vliyanie polimorfnyh variantov genov kappa-kazeina i gormona rosta na molochnuyu produktivnost' pervotelok ural'skogo tipa // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 5. S. 87–95. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

20. Yaryshkin A. A. Vliyanie polimorfnyh variantov gena somatotropina na molochnuyu produktivnost' korov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 6 (80). S. 279–281. ISSN 2073-0853.

21. Uryadnikov M. V., Ulubaev I. Kh. Ocenka allelej i genotipov somatotropina po polimorfizmu i zhivoj masse korov cherno-pestroj porody // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 3 (77). S. 80–83. ISSN 1996-4277.

22. Kramarenko A. S., Gil' M. I., Gladyr' E. A. [i dr.] Analiz svyazi polimorfizma gena gormona rosta (bGH) s rostovymi priznakami korov yuzhnoj myasnoj porody // Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Instituta zhivotnovodstva Nacional'noj akademii agrarnyh nauk Ukrainy. 2015. № 113. S. 112–119. EDN UDRJKZ.

23. Mikhajlova M. E., Belaya E. V. Vliyanie polimorfnyh variantov genov somatotropinovogo kaskada bGH, bGHR i bIGF-1 na priznaki molochnoj produktivnosti u krupnogo rogatogo skota golshtinskoj porody // Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi. 2011. T. 55, № 2. S. 63–69. ISSN 1561-8223.

24. Kayumov F. G., Tret'yakova R. F., Tret'yakova N. A. Polimorfizm genov CAPN1, GH, TG5 i LEP u molodnyaka novogo myasnogo tipa Aduchi // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

25. Lemyakin A. D., Tyazhchenko A. N., Chaitskij A. A. [i dr.] Associaciya gena tireoglobulina (TG5) s hozyajstvenno poleznymi priznakami krupnogo rogatogo skota (grant Prezidenta Rossijskoj Federacii № mk-5026.2022.5) // Agrarnyj vestnik Nechernozem'ya. 2022. № 4 (8). S. 39–47. DOI 10.52025/2712-8679_2022_04_39. EDN LMKSTI.

26. Zinnatov F. F., Shamsova A. R., Zinnatova F. F. [i dr.] Vzaimosvyaz' polimorfizma genov lipidnogo obmena (LEP, TG) s molochnoj produktivnost'yu krupnogo rogatogo skota // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana. 2017. T. 231, № 3. S. 72–75. EDN WTECAW.

27. Zinnatov F. F., Khajrullin D. D., Zinnatova F. F. [i dr.] PCR-PDRF analiz v identifikacii vzaimosvyazi gena tireoglobulina (TG5) s molochnoj produktivnost'yu KRS // Fiziko-himicheskaya biologiya kak osnova sovremennoj mediciny : tezisy dokladov uchastnikov Respublikanskoj konf. s mezhdunarod. uchastiem, posvyashchennoj 80-letiyu so dnya rozhdeniya T. S. Morozkinoj / pod redakciej A. D. Taganovicha, V. V. Hrustalyova, T.A. Hrustalyovoj (Minsk, 29 maya 2020 g.). Minsk : Belorusskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2020. S. 60–62. EDN HYGDRI.

28. Rachkova E. N. Associacii genov, svyazannyh s molochnoj produktivnost'yu i rezistentnost'yu k mastitu krupnogo rogatogo skota : dis…. kand. biol. nauk : 06.02.07 / Kazan. gos. akad. veterinar. mediciny im. N. E. Baumana. Kazan', 2017. 115 s.

29. Dolmatova I., Valitov F., Gizatullin R. [et al.] Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 10. P. 2046–2052. DOI 10.14202/vetworld.2020.2046-2052. EDN DNLGOC.

30. Yul'met'eva Yu. R., Shakirov Sh. K. Associativnye svyazi gena tireoglobulina s produktivnym dolgoletiem molochnogo skota // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2020. № 1. S. 14–19. DOI 10.33943/MMS.2020.65.47.004. EDN QYNAKG.

31. Kayumov F. G., Tret'yakova R. F., Tret'yakova N. A. Polimorfizm genov CAPN1, GH, TG5 i LEP u molodnyaka novogo myasnogo tipa Aduchi // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 206–210. DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-206-210. EDN WYNMDS.

32. Surundaeva L. G. Cravnitel'nyj analiz geneticheskoj struktury populyacij krupnogo rogatogo skota myasnyh porod po polimorfnym variantam genov gormonov somatotropina i tireoglobulina // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 4 (96). S. 21–29. EDN XILXQX.

33. Epishko O. A., Sonich N. A., Pestis V. K. [i dr.] Polimorfizm genov MSTN, TG5, CAPN1 u myasnyh porod krupnogo rogatogo skota Belarusi // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr / pod red. V. K. Pestisa. Grodno, 2017. T. 37. S. 68–75. ISBN 978-985-537-108-4.

34. Gabidulin V. M., Alimova S. A., Tarasov M. V. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobullina (TG-5) na produktivnost' stada myasnogo skota v OOO «Suer'» aberdin-angusskoj porody avstralijskoj selekcii v zone Zaural'ya // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 3 (95). S. 21–26. EDN WVPFZB.

35. Larionova P. V. Razrabotka i eksperimental'naya aprobaciya sistem analiza polimorfizma genov-kandidatov lipidnogo obmena u krupnogo rogatogo skota : avtoref. diss. … kand. biol. nauk : 03.00.23; 06.02.01. Dubrovicy, 2006. 24 s. EDN ZMKMJL.

36. Dolgikh N. I., Mukhtarova O. M. Polimorfizm gena tireoglobulina (TG5) u bykov gerefordskoj porody v OOO «KKH Volgar'» // Nedelya studencheskoj nauki : materialy Vseross. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 25 aprelya 2023 g.). M. : FGBOU VO «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K. I. Skryabina», 2023. S. 360–362. EDN JQZTCU.

37. Safina N. Yu., Shakirov Sh. K., Zinnatov F. F. [i dr.] Associaciya polimorfizma gena tireoglobulina s intensivnost'yu rosta i vosproizvoditel'nyh kachestv golshtinskogo skota // Veterinarnyj vrach. 2018. № 1. S. 59–63. ISSN 1998-698X. EDN YSZKNY.

38. Valitov F. R. Effektivnost' ispol'zovaniya sovremennyh metodov markernoj selekcii v molochnom skotovodstve : diss. … d-ra s.-h. nauk : 06.02.07. Ufa, 2018. 396 s.

39. Sonich N. A., Epishko O. A., Tanana L. A. [i dr.] Pokazateli myasnoj produktivnosti aberdin-angus h cherno-pestryh bykov v zavisimosti ot genotipov po genam tireoglobulina (TG5), kal'paina (CAPN1) i miostatina (MSTN) // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sb. nauch. tr. Grodno : Grodnenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2019. T. 44. S. 226–235. EDN TCIYRE.

40. Zinnatov F. F., Yakupov T. R., Zinnatova F. F. [i dr.] Vzaimosvyaz' genov LEP, TG5 i SCD1 s zhirnomolochnost'yu korov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2022. T. 250, № 2. S. 85–92. DOI 10.31588/2413_4201_1883_2_250_85.

41. Tyul'kin S. V., Gil'manov Kh. Kh., Rzhanova I. V. [i dr.] Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka korov s raznymi genotipami tireoglobulina // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2019. T. 240, № 4. S. 187–190. DOI 10.31588/2413-4201-1883-240-4-187-191.

42. Stepanov I. P. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobulina (TG) na myasnuyu i molochnuyu produkciyu krupnogo rogatogo skota // Molodyozhnaya nauka : sb. statej VIII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Penza, 12 noyabrya 2022 g.). Penza : Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.YU.), 2022. S. 11–13. EDN WQPIDA.

43. Kondzhariya T. G. Vliyanie polimorfizma gena tireoglobulina na produktichnost' i reproduktivnye kachestva krupnogo rogatogo skota // Advances in Science and Technology : sb. statej LII mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 30 aprelya 2023 g.). M. : OOO «Aktual'nost'.RF», 2023. S. 36–38. EDN WJPQZP.

44. Biohimiya : uchebnik / pod red. E. S. Severina. 5-e izd. M. : GEOTAR-Media, 2009. 768 s. ISBN 978-5-9704-1195-7.

45. Krupin E. O., Shakirov. Sh. K. Associaciya molochnoj produktivnosti, soderzhaniya zhira i belka v moloke korov s polimorfizmom po genam GH i TG5 pri sbalansirovannom kormlenii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 10. S. 62–66. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11014. EDN OBCXLQ.

46. Tyul'kin S. V., Akhmetov T. M., Valiullina E. F. [i dr.] Polimorfizm po genam somatotropina, prolaktina, leptina, tireoglobulina bykov-proizvoditelej // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 4-2. S. 1008–1012. ISSN 2500-0462. EDN RUVMAJ.

47. Yul'met'eva Yu. R., Shakirov Sh. K. Uchastie genov-kandidatov lipidnogo obmena v formirovanii produktivnosti korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2017. № 1. S. 10–13. ISSN 0026-9034. EDN XXIAOV.

48. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Tagirov M. Sh. Dinamika fiziko-himicheskogo sostava i molochnoj produktivnosti korov pri sbalansirovannom kormlenii v zavisimosti ot genotipa // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2018. № 2 (23). S. 39–44. ISSN 2307-5872. EDN OAGPMJ.

49. Krupin E. O., Tagirov M. Sh. Biohimicheskie pokazateli belkovogo i uglevodnogo obmena u korov razlichnyh genotipov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. 2018. T. 233, № 1. S. 83–88. ISSN 2413-4201. EDN YTJRZD.

50. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2022 god) / sostaviteli G. I. Shichkin, D. V. Butusov, G.F. Safina [i dr.]. Lesnye Polyany : FGBNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut plemennogo dela», 2023. 255 s. ISBN 978-5-87958-436-3. EDN WCVFPB.

Сведения об авторах

Ксения Дмитриевна Сабетова – кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией генетики и ДНК технологий Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6120-9223.

Алексей Александрович Чаицкий – преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3284-3654.

Александр Дмитриевич Лемякин – селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3662-8972.

Павел Олегович Щеголев – кандидат сельскохозяйственных наук, селекционер-зоотехник Регионального информационно-селекционного центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 4842-8345.

Information about the authors

Kseniya D. Sabetova – Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Genetics and DNA Technologies of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 6120-9223.

Aleksey A. Chaitskiy – lecturer of the Department of Private Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 3284-3654.

Aleksandr D. Lemyakin – breeder-zootechnician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 3662-8972.

Pavel O. Shchegolev – Candidate of Agricultural Sciences, breeder-zootechnician of the Regional Information and Breeding Center, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», spin-code: 4842-8345.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 636.082/04.12
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.007

АЛЛЕЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА У КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

С. С. Жаймышева[1], Т. Г. Герасимова[2], В. И. Косилов[3], Л. Н. Бакаева[4]
[1, 2, 3, 4]Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сауле Серекпаевна Жаймышева,
saule-zhaimysheva@mail.ru, ORCID 0000-0003-2253-3660

Реферат. В статье приводятся результаты изучения аллельных вариантов гена каппа-казеина (k-cas) – АА, АВ, ВВ в молоке у коров разных линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Рефлекшн Соверинг 198998 голштинской породы крупного рогатого скота. Были сформированы 6 групп коров третьей лактации по 15 голов в каждой по принципу аналогов аллельных вариантов каппа-казеина. Разница по 3-й лактации между коровами III группы (7060 кг) и остальными группами составила 307, 543, 270, 283 и 112 кг молока соответственно. По содержанию жира и белка в молоке разница составила в пределах 0,01–0,04% по группам. В связи с этим по количеству молочного жира разница была незначительная – в пределах 12,19–21,94 кг. Установлено, что наибольшая вариабельность (Cv%) характерна для удоя, затем величина коэффициента вариации последовательно убывает по массовой доле жира и белка в молоке. Наибольшая изменчивость по удою (15,37%) наблюдалась у коров IV группы. Связь между удоем и содержанием белка в молоке была положительная у животных всех групп (+0,07…+0,52), кроме коров VI группы (k-cas (ВВ)), у которых она была слабая отрицательная (–0,37). Отрицательная связь массовой доли жира и белка наблюдалась в молоке коров I, II, IV и V групп, а у животных III и VI групп она была положительной, но достоверной только у коров VI группы (P ≥ 0,95). В молоке коров всех подопытных групп установлена высокая положительная и достоверная связь между массовой долей белка и его основной фракцией – казеином.

Ключевые слова: *скотоводство, голштинская порода, дочери быков, молочная продуктивность, каппа-казеин*

ALLELIC VARIANTS OF THE KAPPA-CASEIN GENE IN HOLSTEIN COWS

Saule S. Zhaimysheva[1], Tatiyana G. Gerasimova[2], Vladimir I. Kosilov[3], Larisa N. Bakaeva[4]
[1, 2, 3, 4]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Author responsible for corespondence: Saule S. Zhaimysheva,
saule-zhaimysheva@mail.ru, ORCID 0000-0003-2253-3660

Abstract. The article presents the results of studying allelic variants of the kappa-casein (k-cas) gene – AA, AB, BB in milk in cows of different lines Vis Back Ideal 1013415 and Reflection Sovering 198998 of the Holstein breed of cattle. 6 groups of cows of the third lactation were formed, 15 heads in each according to the principle of analogues of allelic variants of kappa-casein. The difference in 3 lactation between cows of group III (7060 kg) and the rest of the groups was 307, 543, 270, 283 and 112 kg of milk, respectively. In terms of fat and protein content in milk the difference was within 0.01–0.04% by groups. In this regard, the difference in the amount of butterfat was insignificant – in the range of 12.19–21.94 kg. It was found that the greatest variability (Cv%) is characteristic of yield, then the value of the coefficient of variation consistently decreases in the mass fraction of fat and protein in milk. The greatest variability in yield (15.37%) was observed in cows of group IV. The association between yield and protein content was positive in animals of all groups (+0.07…+0.52), except for cows of group VI (k-cas (BB)), in which it was weakly negative (–0.37). A negative association of fat mass fraction and protein was observed in milk of cows of groups I, II, IV and V, and in animals of groups III and VI it was positive, but significant only in cows of group VI (P ≥ 0.95). In milk

of cows of all experimental groups there was a high positive and reliable association between mass fraction of protein and its main fraction – casein.

Keywords: *cattle breeding, Holstein, daughters of bulls, milk productivity, kappa-casein*

Введение. В связи с возрастающими требованиями к качеству молока и молочной продукции возникает необходимость использования в селекции генетических маркеров, связанных с признаками молочной продуктивности. В сложившейся ситуации требуется изменение в методах оценки признаков селекции животных. К классическим методам селекции животных необходимо добавить новые подходы, связанные с достижениями генетики и биотехнологии [1–5].

Одним из современных методов повышения продуктивных качеств животных является маркер-вспомогательная селекция, которая опирается на молекулярно-генетические методы анализа, а именно ПЦР-ПДРФ анализ, который отличается высокой чувствительностью, быстротой, точностью и лёгкостью в исполнении. При этом широко используется тестирование животных по локусу гена каппа-казеина [6–11].

Из казеиновых фракций белков молока наибольший интерес представляют: as1-казеин, β-казеин и к-казеин, который занимает особое место среди составных частей казеина. За синтез k-казеина у крупного рогатого скота отвечает ген каппа-казеина (*CSN3*). В настоящее время выявлено 15 аллельных вариантов гена *CSN3*, а именно: *A, B, B2, C, D, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J, K* и *L*.

Материалы и методы исследований. Целью исследований было изучение влияния аллельных вариантов гена каппа-казеина (k-cas) – AA, AB, BB в молоке у коров разных линий голштинской породы крупного рогатого скота на продуктивные качества. Для её достижения были сформированы 6 групп коров третьей лактации в зависимости от линейной принадлежности и вариантов гена каппа-казеина (k-cas) – AA, AB, BB. I, II и III группы – дочери быков линии Вис Бэк Айдиал 1013415; IV, V и VI группы – дочери быков линии Рефлекшн Соверинг 198998. В каждой группе было по 15 коров. На Южном Урале исследования такого плана были проведены впервые, что обуславливает новизну полученных материалов.

Результаты исследований. При совершенствовании скота молочных пород широко используется методика ПЦР-ПДРФ анализа, позволяющая выявлять 6 полиморфных аллелей гена каппа-казеина крупного рогатого скота – A, B, C, E, F, G. Использование этого метода позволяет более объективно произвести оценку племенных и продуктивных качеств животных, так как ген CSN3 – один из известных генов, напрямую связанных с белковомолочностью и технологическими свойствами молока. B-аллель гена каппа-казеина ассоциируется с более высоким выходом творога и сыра, а также с лучшими коагуляционными свойствами молока.

Анализ полученных данных свидетельствует, что молочная продуктивность за третью лактацию самой высокой была у коров III и VI групп, т.е. линий Рефлекшен Соверинг и линии Вис Бэк Айдиал, имеющих генетическую аттестацию по каппа-казеину k-cas BB (табл. 1).

При этом разница по 3-й лактации между коровами III группы (7060 кг) и остальными группами составляла 307, 543, 270, 283 и 112 кг молока соответственно. Аналогичные межгрупповые различия отмечались по массовой доле жира и белка

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров (X ± Sx)

Показатель	Группа					
	I	II	III	IV	V	VI
	Генетическая аттестация по каппа-казеину k-cas					
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
Удой, кг	6753 ± 273,3	6517 ± 264,8	7060* ± 240,0	6790 ± 308,8	6777 ± 242,2	6948 ± 410,2
Содержание жира в молоке, %	3,73 ± 0,03	3,73 ± 0,01	3,76 ± 0,03	3,73 ± 0,02	3,75 ± 0,04	3,77 ± 0,03
Содержание молочного жира, кг	251,90 ± 14,7	243,51 ± 21,1	265,45 ± 13,0	253,26 ± 8,8	253,25 ± 14,3	261,19 ± 12,3
Содержание белка в молоке, %	3,34 ± 0,012	3,35 ± 0,01	3,34 ± 0,01	3,34 ± 0,01	3,31 ± 0,01	3,34 ± 0,01
Содержание молочного белка, кг	225,55 ± 13,7	218,31 ± 14,1	235,80* ± 12,9	228,10 ± 11,2	226,35 ± 13,9	229,99 ± 15,2

Примечание: * – достоверно при P > 0,95.

в молоке. При этом разница в пользу коров III группы по величине изучаемых показателей находилась в пределах 0,01–0,04%. В связи с этим по количеству молочного жира разница была незначительная – в пределах 12,19–21,94 кг. Наименьшая разница отмечалась между животными III и VI групп и составляла 4 и 26 кг соответственно.

Установлено, что наибольшая вариабельность (Cv%) характерна для удоя, затем величина коэффициента вариации последовательно убывает по массовой доле жира и белка в молоке. Наибольшая изменчивость по удою (15,37%) наблюдалась у коров IV группы. Характерно, что наименьшая изменчивость по удою отмечалась у коров III группы (9,36%). Степень варьирования и размах изменчивости по содержанию основных компонентов молока (жира и белка) у коров свидетельствует об относительно большом разнообразии компонентов молока и достаточна, чтобы вести по ним эффективную селекцию.

Успех отбора животных по нескольким признакам зависит от уровня связи между ними. В наших опытах корреляция между удоем и содержанием жира в молоке колеблется в пределах от +0,19 до +0,41. Связь между удоем и содержанием белка в молоке была положительная у животных всех подопытных групп (+0,07…+0,52), кроме коров VI группы (k-cas (BB)), у которых она была слабая отрицательная (–0,37). Достоверная положительная связь между удоем и питательностью молока установлена только у коров I, II и V групп (P $\geq$ 0,95). В наших исследованиях положительная связь массовой доли белка с содержанием сухих веществ в молоке наблюдалась у коров всех групп в пределах +0,45…+0,41. Отрицательная связь массовой доли жира и массовой доли белка наблюдалась в молоке коров I, II, IV и V групп, а у животных III и VI групп она была положительной, но достоверной только у коров VI группы (P $\geq$ 0,95). В молоке коров всех подопытных групп установлена высокая положительная и достоверная связь между массовой долей белка и его основной фракцией – казеином.

Выводы. Полученные данные исследований молочной продуктивности животных разных линий с учётом полиморфизма гена каппа-казеина создают возможность совершенствования голштинской породы скота в направлении повышения качества молока и его технологических свойств при использовании в сыроварении. В связи с этим увеличение доли животных, несущих в геноме ген каппа-казеина (k-cas) – BB, приведёт к увеличению производства белковомолочной продукции, и это необходимо учитывать в селекционном процессе.

Список источников

1. Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Кадралиева Б. Т. [и др.] Жирнокислотный состав жира молока чистопородных и помесных коров-первотелок // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5 (194). С. 156–162. ISSN 1819-4036. DOI 10.36718/1819-4036-2023-5-156-162.

2. Быкова О. А., Степанов А. В., Костюнина О. В. [и др.] Изучение аллельных вариантов SNPS, ассоциированных с воспроизводительной способностью коров чёрно-пёстрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 283–287. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-283-287.

3. Крупина О. В., Миронова И. В., Хабибуллин Р. М. [и др.] Влияние адаптогенов на состав и свойства молока коров-первотёлок // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 288–294. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-288-294.

4. Gorelik O. V., Kosilov V. I., Mkrtchyan G. V. [et al.] Spin age-dependent correlation between live weight and milk yield of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. Vol. 839, № 3. P. 032004. DOI 10.1088/1755-1315/839/3/032004.

5. Gorelik O. V., Gorelik A. S., Galushina P. S. [et al.] The influence of reproductive functions on productivity of cows of various live weight // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. Vol. 848, № 1. P. 012062. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012062.

6. Костюнина О. В., Коновалова Е. Н., Долматова И. Ю. [и др.] Характеристика аллелофонда башкирских популяций крупного рогатого скота по генам CSN2 и CSN3 // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 64–67. ISSN 0235-2451.

7. Ткаченко И. В., Гридина С. Л. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотелок уральского типа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 87–95. ISSN 0021-342X. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

8. Мкртчян Г. В., Бакай Ф. Р. Корреляция между показателями количественных и качественных признаков молочной продуктивности у коров голштинской породы с разным уровнем белка в молоке // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 90–96. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.011.

9. Герасимова Т. Г. Влияние генотипа коров на закономерность развития признаков молочной продуктивности // Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биотехнологии : материалы нац. науч.-практ. конф. с международ. уч. (Оренбург, 10 марта 2022 г.). Оренбург : Изд-во Оренбургский государственный аграрный университет, 2022. С. 181–184. ISBN 978-5-6047204-9-3. EDN YFXDSS.

10. Герасимова Т. Г., Жаймышева С. С. Молочная продуктивность коров голштинской породы с разными генотипами по каппа-казеину // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса : материалы нац. науч.-практ. конф. с международ. уч. (Оренбург, 16 декабря 2022 г.). Оренбург : ООО Типография «Агентство Пресса», 2022. С. 251–254. ISBN 978-5-6049048-9-3. EDN YDCPYX.

11. Жаймышева С. С., Шаронина Е. В. Влияние использования ферментной кормовой добавки Фекорд на продуктивность коров красной степной породы // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса : материалы нац. науч.-практ. конф. с международ. уч. (Оренбург, 16 декабря 2022 г.). Оренбург : ООО Типография «Агентство Пресса», 2022. С. 301–303. ISBN 978-5-6049048-9-3. EDN YRRFLG.

References

1. Kosilov V. I., Yuldashbaev Yu. A., Kadralieva B. T. [i dr.] ZHirnokislotnyj sostav zhira moloka chistoporodnyh i pomesnyh korov-pervotelok // Vestnik KrasGAU. 2023. № 5 (194). S. 156–162. ISSN 1819-4036. DOI 10.36718/1819-4036-2023-5-156-162.

2. Bykova O. A., Stepanov A. V., Kostyunina O. V. [i dr.] Izuchenie allel'nyh variantov SNPS, associirovannyh s vosproizvoditel'noj sposobnost'yu korov chyorno-pyostroj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (99). S. 283–287. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-283-287.

3. Krupina O. V., Mironova I. V., Khabibullin R. M. [i dr.] Vliyanie adaptogenov na sostav i svojstva moloka korov-pervotyolok // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (99). S. 288–294. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-288-294.

4. Gorelik O. V., Kosilov V. I., Mkrtchyan G. V. [et al.] Spin age-dependent correlation between live weight and milk yield of cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. Vol. 839, № 3. P. 032004. DOI 10.1088/1755-1315/839/3/032004.

5. Gorelik O. V., Gorelik A. S., Galushina P. S. [et al.] The influence of reproductive functions on productivity of cows of various live weight // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. Vol. 848, № 1. P. 012062. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012062.

6. Kostyunina O. V., Konovalova E. N., Dolmatova I. Yu. [i dr.] Harakteristika allelofonda bashkirskih populyacij krupnogo rogatogo skota po genam CSN2 i CSN3 // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. № 3. S. 64–67. ISSN 0235-2451.

7. Tkachenko I. V., Gridina S. L. Vliyanie polimorfnyh variantov genov kappa-kazeina i gormona rosta na molochnuyu produktivnost' pervotelok ural'skogo tipa // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 5. S. 87–95. ISSN 0021-342X. DOI 10.26897/0021-342X-2018-5-87-95.

8. Mkrtchyan G. V., Bakaj F. R. Korrelyaciya mezhdu pokazatelyami kolichestvennyh i kachestvennyh priznakov molochnoj produktivnosti u korov golshtinskoj porody s raznym urovnem belka v moloke // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 1 (61). S. 90–96. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.011.

9. Gerasimova T. G. Vliyanie genotipa korov na zakonomernost' razvitiya priznakov molochnoj produktivnosti // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny i biotekhnologii : materialy nac. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uch. (Orenburg, 10 marta 2022 g.). Orenburg : Izd-vo Orenburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022. S. 181–184. ISBN 978-5-6047204-9-3. EDN YFXDSS.

10. Gerasimova T. G., Zhajmysheva S. S. Molochnaya produktivnost' korov golshtinskoj porody s raznymi genotipami po kappa-kazeinu // Nacional'nye prioritety razvitiya agropromyshlennogo kompleksa : materialy nac. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uch. (Orenburg, 16 dekabrya 2022 g.). Orenburg : OOO Tipografiya «Agentstvo Pressa», 2022. S. 251–254. ISBN 978-5-6049048-9-3. EDN YDCPYX.

11. Zhajmysheva S. S., Sharonina E. V. Vliyanie ispol'zovaniya fermentnoj kormovoj dobavki Fekord na produktivnost' korov krasnoj stepnoj porody // Nacional'nye prioritety razvitiya agropromyshlennogo kompleksa : materialy nac. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uch. (Orenburg, 16 dekabrya 2022 g.). Orenburg : OOO Tipografiya «Agentstvo Pressa», 2022. S. 301–303. ISBN 978-5-6049048-9-3. EDN YRRFLG.

Сведения об авторах

Сауле Серекпаевна Жаймышева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образо-

вательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 5026-8282.
Татьяна Геннадьевна Герасимова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 8818-6082.
Владимир Иванович Косилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 1802-6176.
Лариса Николаевна Бакаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 6299-4578.

Information about the authors

Saule S. Zhaimysheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 5026-8282.
Tatyana G. Gerasimova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 8818-6082.
Vladimir I. Kosilov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Technology and Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 1802-6176.
Larisa N. Bakaeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Production and Processing of Livestock Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin code: 6299-4578.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

Научная статья
УДК 636.11.575
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.008

ОСОБЕННОСТИ СКАКОВОЙ КАРЬЕРЫ КОБЫЛ ЧИСТОКРОВНОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ, ИМЕЮЩИХ ВАРИАНТ ПОЛИМОРФИЗМА Т/Т ГЕНА МИОСТАТИНА

Светлана Александровна Зиновьева[1], Сергей Анатольевич Козлов[2], Сергей Сергеевич Маркин[3]
[1, 2, 3]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
[1]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677

Реферат. Проанализирована скаковая карьера кобыл чистокровной верховой породы, несущих вариант Т/Т полиморфизма гена миостатина. Выявлено, что встречаемость такого типа полиморфизма у отечественного поголовья выше, чем у поголовья в других странах. Результативность испытаний кобыл с типом полиморфизма Т/Т более высока в трёхлетнем возрасте и на дистанциях свыше 1600 м. Из 19 скакавших лошадей побед добивались 7, а призовых мест – 11, но только две кобылы побеждали несколько раз и 6 кобыл имели в карьере несколько призовых мест. В результате проведённого анализа становится понятно, что большинство (более 63%) лошадей, несущих гомозиготный вариант Т/Т, выдерживают многолетнюю ипподромную эксплуатацию с достаточно высокой её результативностью. Возможно также, что импортированные лошади, в силу большего присутствия в родословных кровей фляеров, имеют преимущество на скаковой дорожке, поскольку обладают выраженными резвостными качествами. Как известно, стайер без предрасположенности к резвостным броскам – самая бесперспективная для скакового использования лошадь, так как обладает только выносливостью, без способности делать резвые броски по дистанции и на финише. Скаковой класс кобыл с вариантом полиморфизма Т/Т раскрывается в старшем возрасте и на дистанциях более 2000 м. Так, более значимые совокупные за карьеру призовые суммы (от 150000 до 1760000 рублей) получены при выступлениях в призах на удлинённые дистанции – 2000 и более метров.

Ключевые слова: *кобылы, чистокровная верховая порода, скаковая карьера, дистанционность, ген миостатина, полиморфизм*

PECULIARITIES OF THE RACING CAREER OF THOROUGHBRED MARES WITH T/T POLYMORPHISM VARIANT OF THE MYOSTATIN GENE

Svetlana A. Zinov'eva[1], Sergey A. Kozlov[2], Sergey S. Markin[3]
[1, 2, 3]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin, Moscow, Russia
[1]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677

Abstract. The racing career of Thoroughbred mares carrying the T/T variant of the myostatin gene polymorphism was analyzed. It was revealed that the occurrence of this type of polymorphism in domestic livestock is higher than in livestock in other countries. The test performance of mares with the T/T type of polymorphism is higher at the age of three and at distances over 1600 m. Of the 19 horses that raced, 7 achieved victories and 11 won prizes, but only two mares won several times and 6 mares had several winning places in their careers. As a result of the analysis, it becomes clear that the majority (more than 63%) of horses carrying the homozygous T/T variant withstand long-term of racetrack use with fairly high performance. It is also possible that imported horses, due to the greater presence of flyer blood in the

pedigrees, have an advantage on the racing track, since they have pronounced agility qualities. As you know, a stayer without a predisposition to make quick throws is the most unpromising horse for racing use, since he only has endurance, without the ability to make quick throws along the distance and at the finish line. The racing class of mares with the T/T polymorphism variant is revealed at an older age and at distances of more than 2000 m. Thus, more significant total prize sums during a career (from 150000 to 1760000 rubles) were received when competing in prizes at extended distances – 2000 meters or more.

Keywords: *mares, the Thoroughbred, racing career, distance, myostatin gene, polymorphism*

Введение. В настоящее время в практике селекционной работы в коннозаводстве всё чаще используются достижения современной генетики. Применение молекулярно-генетической информации для установления хозяйственной и племенной ценности, носительства летальных заболеваний и генетических дефектов, пригодности к конкретному виду использования конкретных особей позволяет считать данное направление генетического мониторинга чрезвычайно перспективным [1]. Генетический код, наряду с постоянным влиянием внешней среды, обеспечивает формирование индивидуальных качеств особи, её способности к выполнению физических нагрузок и проявлению адаптационных возможностей организма. Итоги многочисленных научных изысканий на стыках различных наук (биохимии, физиологии, генетики) в области спорта и двигательной активности указывают на возможность существования разных типов полиморфизма генов, курирующих белки, участвующие в энергообеспечении физических усилий. В их результате происходит трансформация метаболических процессов в мышечных волокнах и адаптация к физической активности. Установленный факт делает исследования по поиску вариантов полиморфизма генов, связанных с потенциальной предрасположенностью к спортивной специализации, сочетающихся с аэробной работоспособностью, особенностями строения и возможностей мускулатуры, насущной необходимостью [2]. На данный момент обнаружен полиморфизм в гене миостатина человека, который детерминирует предрасположенность к выполнению мышечной деятельности различной метаболической направленности. Белок миостатин, курируемый соответствующим геном, играет важную роль в обеспечении баланса биохимического статуса, формирующего белковый обмен и структуру скелетных мышц. При нокаутировании влияния миостатина происходит рост мышечной массы и увеличение силы скелетных мышц. Обладатели разных аллелей гена миостатина предрасположены к занятиям разными видами спорта. Обнаружена взаимосвязь генотипов миостатина с аэробными способностями. Носительство генотипа АА ассоциировано с повышенной работоспособностью в видах спорта, связанных с развитием быстроты/силы, выявлена также большая площадь поперечного сечения медленных мышечных волокон. У носителей аллеля Т, в сравнении с обладателями гомозиготного варианта АА, напротив, зарегистрировано меньшее значение площади поперечного сечения медленных мышечных волокон, а также более высокий уровень лактата в крови при предельной физической нагрузке. В проведённых исследованиях установлено также, что частота А-аллеля гена миостатина выше в группах профессиональных спортсменов и увеличивается с ростом их спортивной квалификации. Этот факт позволяет утверждать, что АА генотип миостатина благотворно влияет на мышечную деятельность человека. В животноводстве полиморфизм гена миостатина связывают с показателями мясной продуктивности овец, свиней, птицы [3].

Изучение распространения разных типов полиморфизма гена миостатина у представителей разных пород лошадей показало, что встречается мутантный аллель С у представителей 6 зарубежных пород из 16 обследованных. Гомозиготный вариант Т/Т гена миостатина выявлен у лошадей тяжеловозных, местных пород и пони [4]. Установлено, что такой тип полиморфизма чаще встречается у лошадей с гиперстеническим типом телосложения, чем у лошадей с астеническим типом [5; 6; 7; 8]. У лошадей чистокровной верховой породы носительство варианта полиморфизма С/С сопряжено со спринтерскими способностями, С/Т – майлерскими, а Т/Т – со стайерскими качествами [9; 10; 11]. Лошади с разными дистанционными способностями имеют и разный фенотип, то есть характеризуются определёнными чертами телосложения. Так, лошади-стайеры имеют более «аэродинамичное» телосложение, лёгкий костяк, длинные плоские мускулы и большую обмускуленность плеча в сравнении с крупом. Анализ результативности скаковой карьеры лошадей, имеющих гомозиготный вариант полиморфизма гена миостатина Т/Т, показал, что они обладают большой выносливостью, но реже побеждают в скачках [12]. Однако в спортивной физиологии вопрос о результативности применения знаний о типе полиморфизма гена миостатина и их использования в практике отбора и подготовки спортсменов и скаковых лошадей пока не считается однозначно решённым, в связи с чем исследования, выполненные в данном направлении, необходимы и актуальны.

Цель исследования состояла в оценке особенностей скаковой карьеры лошадей чистокровной верховой породы, имеющих генотип Т/Т гена миостатина.

Материал и методы исследования. Для проведения исследования был определён тип полиморфизма гена миостатина у 44 кобыл чистокровной верховой породы в лаборатории «Хорсген» под руководством С. И. Сорокина. Результаты их скаковой карьеры взяты из базы информационной поисковой системы «Кони-3». Индекс успеха рассчитывали как отношение числа побед к общему числу стартов, выраженное в процентах. Индекс успеха рассчитывали как отношение числа призовых мест к общему числу выступлений, выраженное в процентах.

Результаты и обсуждение. Исследования, проведённые с привлечением лошадей разных пород, показали неоднозначные результаты по частоте встречаемости разных типов полиморфизма гена миостатина. Определение генотипов миостатина у чистокровных верховых лошадей показало более высокую частоту встречаемости аллеля С, причём приблизительно 30% лошадей были гомозиготами С/С и только 16% из них были гомозиготами Т/Т [10]. В обследованном нами поголовье, напротив, было выявлено, что 22% лошадей имеют генотип С/С, а 40% – Т/Т. Возможно, данный факт объясняется меньшим давлением отбора лошадей по спринтерским качествам, поскольку ипподромные испытания в нашей стране тяготеют к дистанциям средней длины, на которых фляеры (генотип С/С) не конкурентоспособны. Количество лошадей с полиморфизмом гена миостатина Т/Т, испытывавшихся только один скаковой сезон, насчитывало 7 голов, или 37% от обследованной выборки. Стартовали они от одного до трёх раз и не имели ни побед, ни призовых мест. Интересно отметить, что 2 кобылы из 7 были импортированы из США для скачек, но выбор оказался неудачным. Ещё 7 голов испытывались 2 сезона и имели количество стартов от пяти до девяти за карьеру, причём их результативность была различной. Так, только одна особь при 6 стартах не была в призах, ещё 4 головы имели только призовые места в количестве 14–17%, а 2 кобылы имели победы (20–33%) помимо призовых мест (20–44%), то есть 86% лошадей были в разной степени успешны при скаковых испытаниях. В анализируемой группе присутствовали 5 кобыл, стартовавших от 10 до 13 раз, что указывает на интенсивность их скаковой эксплуатации, причём все эти кобылы были импортированы. Кобылы данной группы имели достаточно высокий индекс побед (от 8 до 62%) и индекс успеха (от 18 до 45%). В результате проведённого анализа становится понятно, что большинство (более 63%) лошадей, несущих гомозиготный вариант Т/Т, выдерживают многолетнюю ипподромную эксплуатацию с достаточно высокой её результативностью. Возможно, также, что импортированные лошади, в силу большего присутствия в родословных кровей фляеров, имеют преимущество на скаковой дорожке, поскольку обладают выраженными резвостными качествами. Как известно, стайер без предрасположенности к резвостным броскам – самая бесперспективная для скакового использования лошадь, так как обладает только выносливостью, без способности делать резвые броски по дистанции и на финише. Из 19 лошадей только 7 имели победы. Средняя длина дистанций, на которых они были достигнуты, составляла у трёх кобыл 1600 м, у одной – 1733 м, у остальных – 2000–2400 м. На дистанции 1600 м стайеру трудно раскрыть свой потенциал, поэтому чаще всего победы на такой дистанции кобылы имеют в свой первый скаковой сезон, то есть в двухлетнем возрасте. Победы в трёхлетнем возрасте одерживали только три кобылы, причём длина дистанции составила 2000 м и более. Средние дистанции призовых мест у 6 кобыл из 11 были короче 1600 м, а у пяти их длина составила уже 1800–2080 м. Интересен тот факт, что у подавляющего числа кобыл (63%), дистанция проигрышей была 1600 и менее метров, доказывая таким образом, что лошади с вариантом полиморфизма гена миостатина Т/Т могут быть успешными на дистанциях свыше 1600 м. Парадокс заключается в том, что именно стайеры, неконкурентоспособные на коротких дистанциях, имеют низкую результативность выступлений в два года и не испытываются в три года, когда дистанции удлиняются.

Выводы. Распространение варианта полиморфизма гена миостатина Т/Т среди поголовья лошадей чистокровной верховой породы отечественного разведения выше (собственные исследования – 40%), чем в других странах (по литературным данным – 16%). Результативность скаковой карьеры поголовья кобыл-стайеров довольно низка – их индекс побед составил 13,5%, а индекс успеха – 22,7%. Призовые места лошади данной группы завоевывали на дистанциях разной длины – 1200–2000 м, но победы – только на дистанциях от 1600 до 2400 м. Скаковой класс кобыл с вариантом полиморфизма Т/Т раскрывается в старшем возрасте и на дистанциях более 2000 м. Так, более значимые совокупные за карьеру призовые суммы (от 150000 до 1760000 рублей) получены при выступлениях в призах на удлинённые дистанции – 2000 и более метров.

Список источников

1. Арнаутовский И. Д., Шарвадзе Р. Л., Гогулов В. А. [и др.] Племенному животноводству – инновационные, молекулярно-генетические, биотехнические технологии и современные кадры // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3 (43). С. 84–91.

2. Сулимова Г. Е. ДНК-маркеры в генетических исследованиях: типы маркеров, их свойства и области применения // Успехи современной биологии. 2004. Т. 124, № 3. С. 260–271. ISSN 0042-1324.

3. Яцык О. А. Полиморфизм гена миостатина и его связь с показателями мясной продуктивности у мериносовых овец : дис. … канд. биол. наук : 06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных. Ставрополь, 2018. 142 с.

4. Храброва Л. А., Блохина Н. В., Сорокин С. И. Вариабельность генотипов миостатина (MSTN) у лошадей аборигенных пород // Коневодство и конный спорт. 2020. № 1. С. 26–27. DOI: 10.25727/HS.2020.1.54438.

5. Dall'Olio S., Fontanesi L., Nanni Costa L. [et al.] Analysis of Horse Myostatin Gene and Identification of Single Nucleotide Polymorphisms in Breeds of Different Morphological Types // Journal of Biomedicine and Biotechnology. 2010. Vol. 2010. P. 6628. DOI 10.1155/2010/542945.

6. Dall'Olio S., Wang Y., Sartori C. [et al.] Association of myostatin (MSTN) gene polymorphisms with morphological traits in the Italian Heavy Draft Horse breed // Livestock Science. 2013. Vol. 160, № 1. P. 29–36. DOI 10.1016/j.livsci.2013.12.002.

7. Маркин С. С., Зиновьева С. А., Козлов С. А. Дистанционная специализация лошадей, несущих разный вариант гена миостатина // Современные проблемы зоотехнии : сб. тр. по материалам Международ. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, профессора Бакай Анатолия Владимировича (1946–2020) в рамках Года науки и технологий Российской Федерации по тематике «Генетика и качество жизни». М. : ЗооВетКнига, 2022. С. 107–112. ISBN 978-5-6048278-3-3.

8. Маркин С С., Козлов С. А., Зиновьева С. А. Характеристика полиморфизма гена миостатина у лошадей орловской рысистой породы // Актуальные вопросы развития коневодства : материалы I Нац. (Всеросс.) науч.-практ. конф. / отв. редактор И. И. Бородин. Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 85–88. EDN TTYNUS.

9. Hill E.W., McGivney B. A., Rooney M. F. [et al.] The contribution of myostatin (MSTN) and additional modifying genetic loci to race distance aptitude in Thoroughbred horses racing in different geographic regions // Equine Veterinary Journal. 2019. Vol. 51, Is. 5. P. 625–633. Pubmed reference: 30604488. DOI 10.1111/evj.13058.

10. Айдаров В. А., Викулова Л. Л., Сорокин С. И. Изучение полиморфных вариантов гена миостатина, ассоциированных с дистанционными способностями лошадей чистокровной верховой породы // Коневодство и конный спорт. 2017. № 4. С. 9–11. ISSN 0023-3285.

11. Калашников В. В., Зайцев А. М., Калинкова Л. В. Исследование полиморфизма гена миостатина у чистокровных верховых лошадей России // Коневодство и конный спорт. 2018. № 6. С. 28–29. DOI 10.25727/HS.2019.6.24354.

12. Hill E.W., Gu J., Eivers S. S. [et al.] A sequence polymorphism in MSTN predicts sprinting ability and racing stamina in thoroughbred horses // PloS ONE. 2010. Vol. 5, № 1. P. 8645.

References

1. Arnautovskij I. D., Sharvadze R. L., Gogulov V. A. [i dr.] Plemennomu zhivotnovodstvu – innovacionnye, molekulyarno-geneticheskie, biotekhnicheskie tekhnologii i sovremennye kadry // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2017. № 3 (43). S. 84–91.

2. Sulimova G. E. DNK-markery v geneticheskih issledovaniyah: tipy markerov, ih svojstva i oblasti primeneniya // Uspekhi sovremennoj biologii. 2004. T. 124, № 3. S. 260–271. ISSN 0042-1324.

3. Yatsyk O. A. Polimorfizm gena miostatina i ego svyaz' s pokazatelyami myasnoj produktivnosti u merinosovyh ovec : dis. … kand. biol. nauk : 06.02.07 – razvedenie, selekciya i genetika sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. Stavropol', 2018. 142 s.

4. Khrabrova L. A., Blokhina N. V., Sorokin S. I. Variabel'nost' genotipov miostatina (MSTN) u loshadej aborigennyh porod // Konevodstvo i konnyj sport. 2020. № 1. S. 26–27. DOI: 10.25727/HS.2020.1.54438.

5. Dall'Olio S., Fontanesi L., Nanni Costa L. [et al.] Analysis of Horse Myostatin Gene and Identification of Single Nucleotide Polymorphisms in Breeds of Different Morphological Types // Journal of Biomedicine and Biotechnology. 2010. Vol. 2010. P. 6628. DOI 10.1155/2010/542945.

6. Dall'Olio S., Wang Y., Sartori C. [et al.] Association of myostatin (MSTN) gene polymorphisms with morphological traits in the Italian Heavy Draft Horse breed // Livestock Science. 2013. Vol. 160, № 1. P. 29–36. DOI 10.1016/j.livsci.2013.12.002.

7. Markin S. S., Zinov'eva S. A., Kozlov S. A. Distancionnaya specializaciya loshadej, nesushchih raznyj variant gena miostatina // Sovremennye problemy zootekhnii : sb. tr. po materialam Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf.,

posvyashchennoj 75-letiyu so dnya rozhdeniya d-ra s.-h. nauk, professora Bakaj Anatoliya Vladimirovicha (1946–2020) v ramkah Goda nauki i tekhnologij Rossijskoj Federacii po tematike «Genetika i kachestvo zhizni». M. : ZooVetKniga, 2022. S. 107–112. ISBN 978-5-6048278-3-3.

8. Markin S S., Kozlov S. A., Zinov'eva S. A. Harakteristika polimorfizma gena miostatina u loshadej orlovskoj rysistoj porody // Aktual'nye voprosy razvitiya konevodstva : materialy I Nac. (Vseross.) nauch.-prakt. konf. / otv. redaktor I. I. Borodin. Ussurijsk : Primorskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2022. S. 85–88. EDN TTYNUS.

9. Hill E.W., McGivney B. A., Rooney M. F. [et al.] The contribution of myostatin (MSTN) and additional modifying genetic loci to race distance aptitude in Thoroughbred horses racing in different geographic regions // Equine Veterinary Journal. 2019. Vol. 51, Is. 5. P. 625–633. Pubmed reference: 30604488. DOI 10.1111/evj.13058.

10. Ajdarov V. A., Vikulova L. L., Sorokin S. I. Izuchenie polimorfnyh variantov gena miostatina, associirovannyh s distancionnymi sposobnostyami loshadej chistokrovnoj verhovoj porody // Konevodstvo i konnyj sport. 2017. № 4. S. 9–11. ISSN 0023-3285.

11. Kalashnikov V. V., Zajtsev A. M., Kalinkova L. V. Issledovanie polimorfizma gena miostatina u chistokrovnyh verhovyh loshadej Rossii // Konevodstvo i konnyj sport. 2018. № 6. S. 28–29. DOI 10.25727/HS.2019.6.24354.

12. Hill E.W., Gu J., Eivers S. S. [et al.] A sequence polymorphism in MSTN predicts sprinting ability and racing stamina in thoroughbred horses // PloS ONE. 2010. Vol. 5, № 1. P. 8645.

Сведения об авторах

Светлана Александровна Зиновьева – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 1423-6145.

Сергей Анатольевич Козлов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 2246-0929.

Сергей Сергеевич Маркин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 9084-0600.

Information about the authors

Svetlana A. Zinov'eva – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 1423-6145.

Sergey A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 2246-0929.

Sergey S. Markin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 9084-0600.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 664.788 / 664.668.9
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.009

ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В СОРТОВУЮ МУКУ ПО РАЗВИТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ

Роман Хажсетович Кандроков[1], Ирина Урузмаговна Кусова[2], Валентин Александрович Кирюшин[3], Кривонос Иван Николаевич[4]
[1, 2, 3, 4]Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия
[1]nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918
[2]kusovaiu@mgupp.ru, ORCID 0000-0001-8489-8011
[3]aprogetti@gmail.com, ORCID 0000-0002-8200-0615
[4]kriwonos@yandex.ru, ORCID 0009-0008-1975-4816

Реферат. Проведены исследования по определению мукомольных свойств зерна озимого тритикале по разработанной лабораторной развитой технологической схеме переработки с применением драных, размольных, ситовеечных и шлифовочных систем. Установлено, что размол зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку по развитой технологической схеме с применением ситовеечных и шлифовочных систем даёт значительное увеличение выхода низкозольной тритикалевой сортовой хлебопекарной муки. Переработка зерна тритикале в хлебопекарную муку по развитой технологической схеме позволяет получать от 72 до 79,6% сортовой тритикалевой хлебопекарной муки, при этом выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составляет от 54,8 до 72,1%. Это свидетельствует о высокой эффективности разработанной развитой технологической схемы и хороших мукомольных свойствах исходных образцов зерна тритикале. Кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки по развитой технологической схеме с применением шлифовочных и ситовеечных систем переработки может быть представлена в виде двух, а не трёх линейных участков, как при переработке по сокращённой технологической схеме. Коэффициент аппроксимации с высокой степенью достоверности при формировании потоков тритикалевой муки А и Б составил 97%, а для потока В – 99%. Установлено, что зерно тритикале сорта Александр уступало по своим мукомольным свойствам сортам Валентин и Водолей, что связано с низкой крупообразующей способностью данного сорта.

Ключевые слова: *тритикале, сортовой помол, мука, развитая схема, показатели качества*

PROCESSING OF WINTER TRITICALE GRAIN INTO VARIOUS FLOUR ACCORDING TO THE DEVELOPED TECHNOLOGICAL SCHEME

Roman Kh. Kandrokov[1], Irina U. Kusova[2], Valentin A. Kiryushin[3], Ivan N. Krivonos[4]
[1, 2, 3, 4]Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
[1]nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918
[2]kusovaiu@mgupp.ru, ORCID 0000-0001-8489-8011
[3]aprogetti@gmail.com, ORCID 0000-0002-8200-0615
[4]kriwonos@yandex.ru, ORCID 0009-0008-1975-4816

Abstract. Studies were carried out to determine the milling properties of winter triticale grain according to the worked laboratory developed technological scheme for processing using break, reduction, sieve and scratch systems. It was established that grinding triticale grain into varietal baking flour according to a developed technological scheme using sieve and scratch systems gives a significant increase in the yield of low-ash triticale varietal baking flour. Processing of triticale grain into baking flour according to the developed technological scheme allows to produce from 72 to 79.6% of triticale baking flour, at the same time output of triticale flour of the highest grade is T-60 from 54.8 to 72.1%. This indicates the high efficiency of the worked developed technological scheme and the good milling properties of the initial triticale grain samples. The cumulative curve of flour ash content of triticale flour according to a developed technological scheme using scratch and sieve processing systems can be presented in the form of two, and not three linear sections, as in processing according to the reduced technological scheme. The approximation coefficient with a high degree

of reliability in the formation of triticale flour flows A and B was 97%, and for flow C – 99%. It was established that the grain of triticale of the Alexander variety was inferior in its flour milling properties to the varieties Valentin and Vodoley, which is due to the low groats-forming ability of this variety.

Keywords: *triticale, varietal grinding, flour, developed scheme, quality indicators*

Введение. Тритикале – сравнительно новая сельскохозяйственная культура в Российской Федерации, используемая на пищевые и кормовые цели. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в России (2022 г.), внесено 90 сортов озимого тритикале и 18 сортов ярового тритикале. Для сравнения, в 2010 г. было внесено 45 сортов озимого тритикале и 3 сорта ярового тритикале. Следует отметить, что все новые сорта зерна тритикале рекомендованы использовать для продовольственных целей.

В настоящее время в Российской Федерации около 90% зерна тритикале используют как зерновой компонент комбикормов и около 9% – для производства спирта. Перспективно применение тритикалевой муки в качестве исходного сырья, вместо пшеничной хлебопекарной муки, при производстве мучных кондитерских изделий: печенья, бисквитов, коржиков, вафель, кексов, крекеров и т.д. Тритикалевую муку можно применять при производстве лапши, не требующей варки, быстрых завтраков или для изготовления диетических и лечебно-профилактических сортов хлеба, в том числе цельнозернового и мультизернового [1–6].

Исследования зарубежных учёных, проведённые за последние годы, в основном связаны с биологией видов тритикале и биобезопасностью при его росте и развитии, происхождением гексаплоидного тритикале, промышленным производством тритикале и его конкурентоспособностью с пшеницей, геномикой и биотехнологией зерна тритикале и продуктов его переработки [7–18]. Работ, посвящённых технологии переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку, крайне мало.

Целью наших исследований является переработка зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку по разработанной развитой технологической схеме с применением драных, размольных, ситовеечных и шлифовочных систем.

Методика исследований. В экспериментальных исследованиях по разработке развитой технологической схемы переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку с применением драных, размольных, ситовеечных и шлифовочных систем, проведённых на кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, были использованы пробы зерна озимого тритикале 3-х сортов: Александр, Валентин и Водолей, выведенные селекционерами РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева. Отработку технологии размола зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку по развитой технологической схеме проводили с использованием представленных сортов зерна тритикале. Данные образцы отличались существенными различиями показателей зольности, стекловидности, массы 1000 зёрен и др. Показатели качества исходных образцов зерна тритикале разных сортов представлены в таблице 1. Подготовку зерна тритикале к помолу проводили по ранее установленным параметрам гидротермической обработки [4].

Измельчение исходного зерна тритикале проводили на мельницах лабораторного помола МЛП-4 с нарезными вальцами и микрошероховатыми вальцами. Обогащение промежуточных продуктов размола проводили на лабораторной ситовеечной машине. Набор сит и скорость воздушного потока ситовеечной машины подбирали в зависимости от крупности промежуточных продуктов измельчения зерна тритикале, поступающего на обогащение. Просеивание продуктов размола осуществляли на лабораторном рассеве в течение 90 секунд. Параметры и режимы измельчения соответствовали рекомендованным «Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» для сортовых помолов мягкой пшеницы.

Результаты. На первом этапе для определения состава промежуточных круподунстовых продуктов измельчения зерна тритикале были проведены исследования процесса обогащения крупок на ситовеечных машинах на основе моделирования промышленных процессов сортового помола с развитой технологической схемой. В процессе проведения лабораторных помолов зерна тритикале было отмечено значительное содержание

Таблица 1 – Показатели качества исходных образцов сортов зерна тритикале

Сорт зерна тритикале	Масса 1000 зёрен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л	Зольность, %	Влажность, %
Александр	41,7	40	736	1,86	11,2
Валентин	47,7	55	752	1,88	11,6
Водолей	49,2	62	781	1,77	11,8

промежуточных продуктов измельчения в виде высококачественных крупок.

В связи с этим были проведены экспериментальные помолы с целью определения целесообразности обогащения крупок. Группирование потоков промежуточных продуктов измельчения по содержанию эндосперма промежуточных продуктов предусматривало 3 класса: первый класс представляет собой крупки, состоящие из частиц эндосперма; второй класс – это сростки, то есть частицы, состоящие преимущественно из эндосперма и небольшого включения оболочек; третий класс представляет собой сходовые частицы, преимущественно состоящие из оболочек. Оценка по классам промежуточных продуктов измельчения зерна тритикале проводилась визуально.

Определение количества частиц различных классов проводили следующим образом. Смесь частиц определённого класса равномерно в один слой распределяли на ровной, хорошо освещённой белой поверхности. Подсчёт частиц производили на площади 1 см^2 (площадка 1×1 см), используя текстильную лупу 7^x. Количество выборок, сформированных таким образом, составляло не менее 7. Определение необходимого объёма измерений проводили на основании статистического анализа.

Количество частиц в выборке варьировало в широком диапазоне: для фракции 560/900 мкм – количество частиц от 15 до 55 штук; для фракций 355/560 мкм и 250/355 мкм – количество частиц в выборке от 35 до 150 штук. Статистический анализ показал независимость содержания крупок от объёма выборки. Коэффициент корреляции составил менее 20%.

Экспериментальные данные показывают, что стабилизация показателя концентрации крупок достигается при общем количестве частиц более 700. Визуальный осмотр фракций промежуточных продуктов показал, что вне зависимости от сорта зерна крупная крупка размером 560/900 мкм, полученная на II драной системе, и средняя крупка размером 355/560 мкм, полученная на III драной системе, содержат значительное количество частиц эндосперма. Это подтверждается показателем зольности данных фракций. Зольность фракции 900/560 III драной системы варьировала от 1,29 до 1,64%; зольность фракции 560/355 III драной системы – от 1,15 до 1,31%. Известно, что обогащение крупок в ситовеечных машинах имеет смысл при концентрации «чистых» крупок более 50%. По этой причине был проведён предварительный анализ состава фракции 560/900 II драной системы и 355/560 – III драной системы, и определены концентрации крупок, сростков и сходовых продуктов. Результат такого анализа представлен ниже.

Средневзвешенное значение (медиана) состава фракции промежуточных продуктов измельчения зерна тритикале в диапазоне 560/900, полученной на II драной системе составили: крупки – 58,7%; сростки – 28,0%; сходовый продукт – 13,3%. Средневзвешенное значение (медиана) состава фракции промежуточных продуктов измельчения зерна тритикале – в диапазоне 355/560, полученной на III драной системе, составили:

Таблица 2 – Выход и качество отдельных потоков тритикалевой муки при помоле зерна сорта Александр

Наименование продукта	Номер потока	Выход, %	Белизна, ед. пр., РЗ-БПЛ	Зольность, %	Выход по нарастающей, %	Зольность по нарастающей, %
Мука, 1 размольная система	7	14,0	58,5	0,53	14,0	0,53
Мука, 1 шлифовочная система	5	3,5	60,5	0,55	17,5	0,53
Мука, 2 шлифовочная система	6	2,7	53,3	0,55	20,2	0,54
Мука, 2 размольная система	8	7,6	51,0	0,57	27,8	0,55
Мука, II драная система	2	9,5	59,6	0,64	37,3	0,57
Мука, III драная система	3	6,1	47,5	0,67	43,4	0,58
Мука, 3 размольная система	9	4,7	43,5	0,70	48,1	0,59
Мука, I драная система	1	6,7	51,0	0,75	54,8	0,61
Мука, IV драная система	4	3,4	30,0	1,20	58,2	0,65
Мука, 4 размольная система	10	8,2	27,3	1,26	66,4	0,72
Мука, 5 размольная система	11	3,4	10,3	1,53	69,8	0,76
Мука, 6 размольная система	12	2,2	–2,5	1,76	72,0	0,79
Всего муки	х	**72,0**	х	х	х	**0,79**

крупки – 62,0%; сростки – 40,4%; сходовый продукт – 7,6%.

Таким образом, полученные фракции промежуточных продуктов размола зерна тритикале размером 560/900 со II драной системы и размером 355/560 – с III драной системы целесообразно направлять на обогащение в ситовеечные машины. При проведении последующих помолов относы ситовеечной машины данных фракций объединяли со сходовыми продуктами соответствующих систем.

На втором этапе исследований была разработана развитая технологическая схема размола зерна тритикале в хлебопекарную сортовую муку, включающая 4 драных, 6 размольных, 2 шлифовочных и 3 ситовеечные системы. В результате проведённых лабораторных помолов представленных образцов зерна озимого тритикале было получено 12 потоков муки и 2 потока отрубей. Выход и качественные показатели полученных отдельных потоков тритикалевой муки из зерна тритикале сорта Александр со всех технологических систем представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, при переработке по развитой технологической схеме с применением драных, размольных, шлифовочных и ситовеечных систем общий выход тритикалевой муки из сорта Александр составил 72,0% и 28,0% тритикалевых отрубей, при этом выход самой лучшей тритикалевой муки сорта Т-60 составил 54,8%.

Выход и качественные показатели полученных отдельных потоков тритикалевой муки из зерна тритикале сорта Валентин со всех технологических систем представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, общий выход тритикалевой муки из сорта Валентин составил 79,6% и 20,4% тритикалевых отрубей при переработке по развитой технологической схеме с применением драных, размольных, шлифовочных и ситовеечных систем, при этом выход самой лучшей тритикалевой муки сорта Т-60 составил 56,1%.

Выход и качественные показатели полученных отдельных потоков тритикалевой муки из зерна сорта Водолей со всех технологических систем представлены в таблице 4.

Из данных таблицы 4 видно, что общий выход тритикалевой муки из сорта Водолей составил 79,4% и 20,6% тритикалевых отрубей при переработке по развитой технологической схеме с применением драных, размольных, шлифовочных и ситовеечных систем, при этом выход самой лучшей тритикалевой муки сорта Т-60 составил 72,1%.

По результатам полученных качественных показателей потоков тритикалевой муки построили кумулятивные кривые зольности. Сравнивая результаты помолов различных сортов тритикале по развитой схеме и помолов по сокращённой схеме, можно отметить существенное их различие [4]. Во-первых, количество низкозольной муки существенно увеличилось при развитой схеме. Во-вторых, кумулятивная кривая зольности муки помолов по развитой схеме может быть представлена в виде двух, а не трёх линейных участков. Это было полностью подтверждено статистическим анализом.

Таблица 3 – Выход и качество отдельных потоков тритикалевой муки при помоле зерна сорта Валентин

Наименование продукта	Номер потока	Выход, %	Белизна, ед. пр., РЗ-БПЛ	Зольность, %	Выход по нарастающей, %	Зольность по нарастающей, %
Мука, 1 шлифовочная система	5	9,1	67,6	0,47	9,1	0,47
Мука, 2 шлифовочная система	6	4,1	56,9	0,52	13,2	0,49
Мука, 1 размольная система	7	19,0	59,3	0,57	32,2	0,54
Мука, 2 размольная система	8	9,4	50,7	0,64	41,6	0,56
Мука, 3 размольная система	9	4,7	42,5	0,75	46,3	0,58
Мука, I драная система	1	9,8	47,7	0,83	56,1	0,62
Мука, II драная система	2	7,2	46,4	0,83	63,3	0,65
Мука, III драная система	3	3,3	36,0	1,13	66,6	0,67
Мука, 4 размольная система	10	6,1	17,3	1,51	72,7	0,74
Мука, IV драная система	4	2,2	20,5	1,89	74,9	0,77
Мука, 5 размольная система	11	3,0	–8,8	2,01	77,9	0,82
Мука, 6 размольная система	12	1,7	–24,0	2,52	79,6	0,86
Всего муки	х	**79,6**	х	х	х	**0,86**

Таблица 4 – Выход и качество отдельных потоков тритикалевой муки при помоле зерна сорта Водолей

Наименование продукта	Номер потока	Выход, %	Белизна, ед. пр., РЗ-БПЛ	Зольность, %	Выход по нарастающей, %	Зольность по нарастающей, %
Мука, 1 шлифовочная система	5	9,8	69,8	0,38	9,8	0,38
Мука, 1 размольная система	7	19,3	62,6	0,46	29,1	0,43
Мука, 2 шлифовочная система	6	4,6	59,5	0,47	33,7	0,44
Мука, 3 размольная система	9	6,3	43,5	0,53	40,0	0,45
Мука, 2 размольная система	8	7,2	54,5	0,56	47,2	0,47
Мука, II драная система	2	4,5	48,1	0,68	51,7	0,49
Мука I драная система	1	9,9	51,3	0,71	61,6	0,52
Мука III драная система	3	3,0	35,6	0,96	64,6	0,54
Мука, 4 размольная система	10	7,5	20,8	1,30	72,1	0,62
Мука, IV драная система	4	2,0	22,3	1,59	74,1	0,65
Мука, 5 размольная система	11	3,5	–3,4	1,80	77,6	0,70
Мука, 6 размольная система	12	1,8	–21,5	2,23	79,4	0,73
Всего муки	х	**79,4**	х	х	х	**0,73**

По результатам лабораторных помолов зерна тритикале по развитой технологической схеме установлено, что сорт Александр уступал по своим мукомольным свойствам другим сортам, что связано с низкой крупообразующей способностью зерна данного сорта.

На заключительном этапе исследований проводили формирование потоков тритикалевой муки, включавшей 3 этапа (потоки А, Б, В), для сравнительного анализа переработки зерна тритикале в хлебопекарную муку по развитой технологической схеме. Первый этап соответствовал выходу муки до 40%, второй – до 70% и третий – более 70%. Уравнения аппроксимации с высокой степенью достоверности (R^2 > 95%) представлены ниже.

Потоки тритикалевой муки А и Б формируются за счёт потоков муки с 1-й размольной системы + поток 2-й размольной системы + поток 1-й шлифовочной системы + поток 2-й шлифовочной системы + поток I-й драной системы + поток II-й драной системы + поток III-й драной системы + поток 3-й размольной системы. Всего получается – уравнение аппроксимации для потоков тритикалевой муки А и Б, выход/зольность:

57,9/0,66; $Z_А = 0,462 + 0,319 \times 10^{-2}$ $И_А$; R^2 = 0,97.

Поток тритикалевой муки В формируется за счёт потоков муки с IV-й драной системы + 4-й размольной системы + 5-й размольной системы + 6-й размольной система. Всего –уравнение аппроксимации для потока тритикалевой муки В, выход/зольность:

17,6/1,43; $Z_В = 0,086 + 0,990 \times 10^{-2}$ $И_В$; R^2 = 0,99.

Выводы. По результатам проведённых исследований установлено, что размол зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку по развитой технологической схеме с применением ситовеечных и шлифовочных систем даёт значительное увеличение выхода низкозольной тритикалевой сортовой хлебопекарной муки.

Выявлено, что переработка зерна тритикале в хлебопекарную муку по развитой технологической схеме позволяет получать от 72 до 79,6% сортовой тритикалевой хлебопекарной муки, при этом выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составляет от 54,8 до 72,1%, что свидетельствует о высокой эффективности разработанной развитой технологической схемы и хороших мукомольных свойствах исходных образцов.

Кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки по развитой технологической схеме, с применением шлифовочных и ситовеечных систем переработки, может быть представлена в виде двух, а не трёх линейных участков, как при переработке по сокращённой технологической схеме. Коэффициент аппроксимации с высокой степенью достоверности при формировании потоков тритикалевой муки А и Б составил 97%, а для потока В – 99%.

Установлено, что зерно тритикале сорта Александр уступало по своим мукомольным свойствам сортам Валентин и Водолей, что связано с низкой крупообразующей способностью данного сорта.

Список источников

1. Андреев А. А., Драчева М. К., Кутепова И. А. Анализ линий и сортов озимой тритикале по адаптивным признакам // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 3 (43). С. 109–113. DOI:10.24412/2309-348X-2022-3-109-113.

2. Бегеулов М. Ш., Игонин В. Н. Хлебопекарные свойства тритикалевой муки, выработанной из зерна сортов тритикале российской селекции // Хлебопродукты. 2021. № 4. С. 39–43. DOI:10.32462/0235-2508-2021-30-4-39-43.

3. Горянина Т. А., Макушин А. Н. Качество зерна сортов озимых тритикале селекции Самарского НИИСХ // Аграрный научный журнал. 2021. № 7. С. 4–8. DOI:10.28983/asj.y2021i7pp4-8.

4. Кандроков Р. Х., Панкратов Г. Н. Разработка эффективной технологической схемы переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. Т. 1, № 1. С. 62–65. doi:10.31857/S2500-26272019162-65.

5. Федорова В. А. Перспективные сорта озимой тритикале для зернового производства в северо-западной части Астраханской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17, № 3. С. 251–262. DOI:10.22363/2312-797X-2022-17-3-251-262.

6. Суханбердина Л. Х., Тулегенова Д. К., Турбаев А. Ж. [и др.] Технологические свойства сортообразцов озимой тритикале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (83). С. 66–70. ISSN 2073-0853.

7. Калабина Т. С., Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Урожайность, технологические показатели качества зерна и хлебопекарные свойства муки озимой пшеницы // Пермский аграрный вестник. 2020. № 4 (32). С. 41–49. DOI:10.47737/2307-2873_2020_32_41.

8. Романова И. Н., Терентьев С. Е., Птицына Н. В. [и др.] Пути увеличения урожайности и качества зерна озимой тритикале Консул // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (49). С. 37–41. DOI:10.31563/1684-7628-2019-49-1-37-41.

9. Кузнецова Л. И., Савкина О. А., Лаврентьева Н. С. Современное состояние и перспективы применения в хлебопечении муки из зерна тритикале // Хлебопродукты. 2019. № 11. С. 52–55. DOI:10.32462/0235-2508-2019-28-11-52-55.

10. Малкандуев Х. А., Ковтуненко В. Я., Малкандуева А. Х. [и др.] Новый сорт озимой тритикале Берекет // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 1 (93). С. 73–80. DOI:10.35330/1991-6639-2020-1-93-73-80.

11. Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М. Сорт озимой тритикале Венец Сибири 2 // Вестник КрасГАУ. 2022. № 8 (185). С. 20–24. DOI:10.36718/1819-4036-2022-8-20-24.

12. Мелешкина Е. П., Панкратов Г. Н., Панкратьева И. А. [и др.] Тритикале (технологии переработки): монография / под ред. Е. П. Мелешкиной. М. : Изд-во ФЛИНТА, 2018. 188 с. ISBN 978-5-9765-3813-9.

13. Kandrokov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. [et al.] Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7, №. 1. P. 107–117. DOI:http://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.

14. Magomedov G. O., Zhexenbay N., Tyussyupova B. [et al.] Preparation of triticale flour by ion-ozone treatment for pasta quality improvement. Eastern-European // Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 4, № 11-100. C. 64–73. DOI:10.15587/1729-4061.2019.174805.

15. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Vol. 12, № 6. P. 709–711. DOI:10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084.

16. Leonova S., Koshchina E., Kalugina O. [et al.] Triticale flour in bakery and rusk products // Food Science and Technology International. 2021. № б/н. P. 3273. DOI:10.1177/10820132211023273.

17. Maradudin M., Simakova I., Fedonnikov A. The effect of bean flour addition on the rheological properties and baking quality of a triticale flour blends // Agronomy Research. 2021. Vol. 19, № 4. P. 1830–1837. doi.org/10.15159/ar.21.127.

18. Kandrokov R. K. H. Effects of triticale flour on the quality of honey cookies // Foods and Raw Materials. 2023. Vol. 7, № 2. P. 216–223. https://doi.org/ 10.21603/2308-4057-2023-2-568.

References

1. Andreev A. A., Dracheva M. K., Kutepova I. A. Analiz linij i sortov ozimoj tritikale po adaptivnym priznakam // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2022. № 3 (43). S. 109–113. DOI:10.24412/2309-348X-2022-3-109-113.

2. Begeulov M. Sh., Igonin V. N. Hlebopekarnye svojstva tritikalevoj muki, vyrabotannoj iz zerna sortov tritikale rossijskoj selekcii // Hleboprodukty. 2021. № 4. S. 39–43. DOI:10.32462/0235-2508-2021-30-4-39-43.

3. Goryanina T. A., Makushin A. N. Kachestvo zerna sortov ozimyh tritikale selekcii Samarskogo NIISKH // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2021. № 7. S. 4–8. DOI:10.28983/asj.y2021i7pp4-8.

4. Kandrokov R. Kh., Pankratov G. N. Razrabotka effektivnoj tekhnologicheskoj skhemy pererabotki zerna tritikale v sortovuyu hlebopekarnuyu muku // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2019. T. 1, № 1. C. 62–65. doi:10.31857/S2500-26272019162-65.

5. Fedorova V. A. Perspektivnye sorta ozimoj tritikale dlya zernovogo proizvodstva v severo-zapadnoj chasti Astrahanskoj oblasti // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2022. T. 17, № 3. S. 251–262. DOI:10.22363/2312-797X-2022-17-3-251-262.

6. Sukhanberdina L. Kh., Tulegenova D. K., Turbaev A. Zh. [i dr.] Tekhnologicheskie svojstva sortoobrazcov ozimoj tritikale // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 3 (83). S. 66–70. ISSN 2073-0853.

7. Kalabina T. S., Eliseev S. L., Yarkova N. N. Urozhajnost', tekhnologicheskie pokazateli kachestva zerna i hlebopekarnye svojstva muki ozimoj pshenicy // Permskij agrarnyj vestnik. 2020. № 4 (32). S. 41–49. DOI:10.47737/2307-2873_2020_32_41.

8. Romanova I. N., Terent'ev S. E., Ptitsyna N. V. [i dr.] Puti uvelicheniya urozhajnosti i kachestva zerna ozimoj tritikale Konsul // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 1 (49). S. 37–41. DOI:10.31563/1684-7628-2019-49-1-37-41.

9. Kuznetsova L. I., Savkina O. A., Lavrent'eva N. S. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy primeneniya v hlebopechenii muki iz zerna tritikale // Hleboprodukty. 2019. № 11. S. 52–55. DOI:10.32462/0235-2508-2019-28-11-52-55.

10. Malkanduev Kh. A., Kovtunenko V. Ya., Malkandueva A. Kh. [i dr.] Novyj sort ozimoj tritikale Bereket // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. 2020. № 1 (93). S. 73–80. DOI:10.35330/1991-6639-2020-1-93-73-80.

11. Kashuba Yu. N., Kovtunenko A. N., Triputin V. M. Sort ozimoj tritikale Venec Sibiri 2 // Vestnik KrasGAU. 2022. № 8 (185). S. 20–24. DOI:10.36718/1819-4036-2022-8-20-24.

12. Meleshkina E. P., Pankratov G. N., Pankrat'eva I. A. [i dr.] Tritikale (tekhnologii pererabotki): monografiya / pod red. E. P. Meleshkinoj. M. : Izd-vo FLINTA, 2018. 188 s. ISBN 978-5-9765-3813-9.

13. Kandrokov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. [et al.] Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7, №. 1. P. 107–117. DOI:http://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.

14. Magomedov G. O., Zhexenbay N., Tyussyupova B. [et al.] Preparation of triticale flour by ion-ozone treatment for pasta quality improvement. Eastern-European // Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 4, № 11-100. C. 64–73. DOI:10.15587/1729-4061.2019.174805.

15. Zhanabayeva K., Zhamalova D., Ruchkina G. [et al.] Biochemical characteristics of triticale flour formed from separate fractions on grinding grain of Kazakhstan selection // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Vol. 12, № 6. P. 709–711. DOI:10.5373/JARDCS/V12I6/S20201084.

16. Leonova S., Koshchina E., Kalugina O. [et al.] Triticale flour in bakery and rusk products // Food Science and Technology International. 2021. № 6/н. P. 3273. DOI:10.1177/10820132211023273.

17. Maradudin M., Simakova I., Fedonnikov A. The effect of bean flour addition on the rheological properties and baking quality of a triticale flour blends // Agronomy Research. 2021. Vol. 19, № 4. P. 1830–1837. doi.org/10.15159/ar.21.127.

18. Kandrokov R. K. H. Effects of triticale flour on the quality of honey cookies // Foods and Raw Materials. 2023. Vol. 7, № 2. P. 216–223. https://doi.org/ 10.21603/2308-4057-2023-2-568.

Сведения об авторах

Роман Хажсетович Кандроков – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код: 7081-1209.

Ирина Урузмаговна Кусова – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,spin-код: 6502-2738.

Валентин Александрович Кирюшин – аспирант кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», aprogetti@gmail.com.

Кривонос Иван Николаевич – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», kriwonos@yandex.ru.

Information about the authors

Roman Kh. Kandrokov – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Grains, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", spin-code: 7081-1209.

Irina U. Kusova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)", spin-code: 6502-2738.

Valentin A. Kiryushin – postgraduate student of the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University",aprogetti@gmail.com.

Ivan N. Krivonos – postgraduate student of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", kriwonos@yandex.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2021 ГОДУ

ВЫШЛО УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЕДЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ В СТАДАХ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

АВТОРЫ: *Р. В. ТАМАРОВА, Н. С. ФУРАЕВА, Е. А. ЗВЕРЕВА*

ДОПУЩЕНО

ФЕДЕРАЛЬНЫМ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УКРУПНЕННОЙ ГРУППЕ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ 36.00.00 ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ МЕЖВУЗОВСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ 36.03.02 ЗООТЕХНИЯ (БАКАЛАВРИАТ) И 36.04.02 ЗООТЕХНИЯ (МАГИСТРАТУРА)

Учебное пособие является руководством для организации самостоятельной работы студентов по освоению фундаментальных теоретических положений современной зоотехнической науки и практической работы с племенными и товарными стадами молочного и молочно-мясного скота. В нём представлены методы идентификации молодняка и коров, племенного учёта, оценки роста и развития, экстерьерных показателей животных по современным методикам; научный анализ состояния стада, генеалогической структуры стад и пород, принципы методического отбора животных желательных генотипов, целенаправленного улучшающего подбора родительских пар, методика создания новых пород, внутрипородных типов, линий, кроссов животных, пригодных для интенсивных технологий производства молока, основы разработки перспективных селекционных планов и долгосрочных программ по качественному совершенствованию стад. Индивидуальная работа по вариантам баз данных способствует приобретению практических навыков профессиональной квалификации и необходимых компетенций.

УДК 636.2.082.2; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-241-5; 180 СТР.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Научная статья
УДК 631.3:633.522
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.010

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ ОТРАСЛИ

Ирина Витальевна Великанова[1], Евгений Михайлович Пучков[2]
[1, 2]Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия
[1]i.velikanova.trk@fnclk.ru, ORCID 0000-0002-9478-9844
[2]e.puchkov@fnclk.ru, ORCID 0000-0001-5035-9167

Реферат. В настоящее время техническая конопля является основным отечественным источником волокнистого сырьевого продукта, в котором нуждается не только текстильная промышленность, но и военно-промышленный комплекс, медицина, автомобилестроение и другие отрасли народного хозяйства, поскольку хлопок перешёл в разряд импортного сырья. Причиной резкого снижения площадей посева технической конопли является нормативно-законодательный запрет её высевания (согласно Конвенции ООН «О наркотических средствах», 1961 г.), отсутствие новых технико-технологических решений, устаревшее оборудование, рост цен на энергоносители привели перерабатывающие заводы к несостоятельности (банкротству). Целью научной работы является обоснование необходимости возрождения коноплеводства, основываясь на технико-экономическом и маркетинговом исследовании отрасли, формирование научно обоснованной импортозамещающей системы машин для возделывания технической конопли на инновационной основе для повышения уровня механизации отрасли. В ходе научного исследования применялись методы сравнительного, абстрактно-логического анализа, системный подход, метод экспертной оценки, экономико-статистический анализ данных о состоянии отрасли коноплеводства в России, использовались результаты исследований и научные разработки учёных ФГБНУ ФНЦ ЛК. Опирались на данные финансово-экономической отчётности коноплесеющих хозяйств, а также собственные исследования авторов. Для выполнения задачи по расширению посевных площадей технической конопли необходимо формирование системы машин нового поколения для её возделывания и уборки. Существующие машины и технологии уборки технической конопли требуют совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли коноплеводства по повышению качества и конкурентоспособности продукции из конопли. В соответствии с действующей номенклатурой сельскохозяйственной техники, в работе представлена новая система машин для возделывания конопли (почвообработка, посев, уход за растениями). По результатам исследований впервые сформирована дифференцированная система высокопроизводительных машин для возделывания технической конопли, обеспечивающая выполнение всех агротехнических требований, с учётом существующих и предлагаемых современных технологий и технических средств.

Ключевые слова: *техническая конопля, коноплеводство, система машин, возделывание конопли, механизация*

FORMATION OF A SYSTEM OF NEW GENERATION MACHINES FOR THE CULTIVATION OF INDUSTRIAL HEMP IN THE CONDITIONS OF MODERNIZATION OF THE INDUSTRY

Irina V. Velikanova[1], Evgeniy M. Puchkov[2]
[1, 2]Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia
[1]i.velikanova.trk@fnclk.ru, ORCID 0000-0002-9478-9844
[2]e.puchkov@fnclk.ru, ORCID 0000-0001-5035-9167

Abstract. Currently, industrial hemp is the main domestic source of fibrous raw materials, which needs not only the textile industry, but also the military-industrial complex, medicine, automotive and other sectors of the national economy, since cotton has become an imported raw material. The reason for the sharp decrease in the sowing area of industrial hemp is the regulatory and legislative ban on sowing it (according to the UN Convention on "Narcotic Drugs", 1961). The lack of new technical and technological solutions, outdated equipment, rising energy prices have led processing plants to insolvency (bankruptcy). The purpose of the

scientific work is to justify the need to revive hemp growing, based on technical, economic and marketing research of the industry, the formation of a scientifically based import-substituting system of machines for cultivating industrial hemp on an innovative basis to increase the level of mechanization of the industry. In the course of scientific research, methods of comparative, abstract-logical analysis, a systematic approach, an expert assessment method, economic and statistical analysis of data on the state of the hemp growing industry in Russia were used, the results of research and scientific developments of scientists of the FSBI FRC BFC were used. They relied on data from the financial and economic reporting of hemp-growing farms, as well as the authors' own research. To fulfill the task of expanding the sown areas of industrial hemp, it is necessary to form a system of new generation machines for its cultivation and harvesting. Existing machines and technologies for cleaning industrial hemp require improvement due to changes in economic conditions of production and new tasks of the hemp growing industry to improve the quality and competitiveness of hemp products. In accordance with the current nomenclature of agricultural machinery, the work presents a new system of machines for cultivating hemp (soil processing, sowing, plant care). According to the research results, a differentiated system of high-performance machines for cultivating industrial hemp has been formed for the first time, ensuring the fulfillment of all agrotechnical requirements, taking into account existing and proposed modern technologies and technical means.

Keywords: *industrial hemp, hemp growing, machine system, hemp cultivation, mechanization*

Финансирование: работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ FGSS-2022-0005).

Введение. Отрасль коноплеводства в России является важной стратегической отраслью, продукция из технической конопли является необходимой для развития текстильной, пищевой, фармацевтической, медицинской, военной, топливной и других отраслей промышленности.

В начале прошлого века (в 20-е годы) Советский Союз сосредотачивал наибольшие площади посева технической конопли в мире, которые составляли 81,8%. Отрасль коноплеводства была высокорентабельной для сельхозпроизводителей и предприятий, занимающихся первичной переработкой [1; 2]. В связи с ратификацией СССР в 1961 г. Конвенции ООН «О наркотических средствах», конопля как сельскохозяйственное растение была объявлена вне законного возделывания. К середине 80-х годов XX века посевные площади под технической коноплёй составляли менее 100 тыс. га, в последующие годы катастрофически сокращались, к середине 90-х годов сократились до 10,5 тыс. га [3; 4]. По этой причине в России были приостановлены научные исследования в области коноплеводства, что «отбросило» эту отрасль на многие годы назад.

В настоящее время конопля считается перспективной бизнес-культурой, которая способна конкурировать с высокорентабельными культурами (пшеница, кукуруза, подсолнечник). По прогнозу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, к 2025 году посевные площади конопли составят 20 тыс. га, валовой сбор пеньковолокна – 10 тыс. тонн, семян – 15 тыс. тонн [5].

Полноценное развитие отрасли коноплеводства тормозят пробелы в нормативно-правовом регулировании отрасли, отсутствие новых технико-технологических решений, морально устаревшая специализированная техника и оборудование для возделывания, уборки и переработки технической конопли, удорожание минеральных удобрений и непростая макроэкономическая ситуация в стране.

Отсутствие инвестиционных ресурсов в коноплеводческой отрасли привела к прекращению процесса воспроизводства основных производственных фондов. Представленная система машин для возделывания технической конопли имеет низкий производственный потенциал и низкую производительность. По этим причинам формирование системы машин нового поколения для возделывания и уборки технической конопли в условиях технико-технологической модернизации является особенно актуальной.

Материал и методы. В ходе научного исследования применялись методы: расчётно-аналитический, экспертной оценки, системный подход. Усовершенствованная система машин по возделыванию технической конопли была составлена на основе данных технологических карт коноплесеющих хозяйств с использованием методологических подходов и результатов исследований ведущих учёных ФГБНУ ФНЦ ЛК.

Результаты и обсуждение. В научной статье предложены инновационные технические решения для возделывания антинаркотической конопли в современных условиях с использованием интенсивных агротехнологий. В настоящее время экономика России и весь представленный спектр техники и оборудования для отечественных аграриев находится под воздействием санкций со стороны недружественных стран – поставщиков. В этой связи российские коноплесеющие хо-

зяйства должны прибегнуть к импортозамещению отечественной и белорусской техникой, учитывая правильность и логичность технологического этапа. В связи с этим нами разработана новая система машин, которая учитывает антисанкционные меры и даёт возможность сельхозтоваропроизводителям с высокой продуктивностью выращивать техническую коноплю. За счёт применения новых технических решений производительность работы техники увеличится, по сравнению с ранее использованной, на 50%; снизятся материально-денежные затраты на выращивание технической конопли; повысится качество и уровень конкурентоспособности продукции из конопли.

Важным обоснованием необходимости возрождения и развития отрасли коноплеводства является широкий спектр применения продукции переработки технической конопли. Продукты переработки антинаркотической конопли, полезные свойства продукции из технической конопли и области применения представлены в таблице 1.

Исходя из данных таблицы 1, актуальность возделывания технической конопли налицо, особенно в части импортозамещения хлопка. Ценные свойства технической конопли (наличие КБД) в медицине и фармакологии определяют данную культуру как стратегически важную для получения ценного и разнообразного сырья. Также перспективными направлениями использования антинаркотической конопли являются: углеродные волокна (углен), сорбенты всех видов, композитные материалы для космической отрасли, авто- и судостроения.

В настоящее время наметилась тенденция к возрождению отечественного коноплеводства. Расширение посевных площадей также связано с законодательным разрешением выращивания и продажи продуктов из технической конопли. С 2016 года прослеживается увеличение посевных площадей антинаркотической конопли в России, таблица 2.

По данным Федеральной службы государственной статистики, посевные площади техниче-

Таблица 1 – Продукция из технической конопли, её полезные свойства и области применения

Продукт	Продукты переработки технической конопли / Область применения	Полезные свойства
Конопляное масло	Масло, конопляный биодизель / Пищевая, химическая промышленности, медицина, косметология, ветеринария, машиностроение и др.	Нетоксичность, экологичность, биоразлагаемость, возобновляемость ресурса
Конопляные семена (ядра конопли)	Приправы, каша, мюсли, ядра конопли и др. / Пищевая промышленность, медицина	Высокая питательная ценность (содержание Омега-3 и Омега-6 жирных кислот)
Конопляная мука	Низкоуглеводные десерты, безглютеновая выпечка, основа для белковых коктейлей и др. / Пищевая промышленность	Витамины и минералы: E, Se, Mg, Mn, Cr, Cu, Fe, K, витамины группы B
Очищенные семена и конопляное масло	Конопляный протеин, лосьоны, кремы для тела, маски, шампуни и др. / Медицина, косметология, фармацевтика	Гипоаллергенность, богатый спектр амино- и жирных кислот
Семена конопли для посева	Волокно, семена, зеленец / Сельское хозяйство	Очищает почву в севообороте от вредных токсичных веществ
Жмых	Добавка в корм для рыб, птиц и животным / Сельское хозяйство	Витамины: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8, B7, B9, B12, E, C, D и K
Конопляное волокно	Канатно-шпагатная продукция, ткани (в т.ч. для спецодежды), биопластик и др. / Строительство, текстильная, автомобильная промышленность	Гигроскопичность и гипоаллергенность ткани. Материалы из биопластика экологически чистые, не выделяют в атмосферу вредные вещества при горении
Целлюлоза	Бумага, банкноты, кино- и фотоплёнки, пластик, пороховая целлюлоза / Текстильная, химическая, целлюлозно-бумажная, химическая, парфюмерно-косметическая, военная промышленность	Улучшение экологической ситуации, быстрая возобновляемость ресурса
Костра	Подстилка для животных, органическое удобрение – мульча, биотопливо / Сельское хозяйство, строительство, ветеринария, топливная промышленность	Низкая цена и экологичность материала. Удерживает влагу и тепло в почве, насыщая её макро- и микроэлементами
Стебли и листья	Ценнейшее фармакологическое сырьё – каннабидиол (КБД), не является наркотическим средством / Медицина, фармакология	Лекарственные препараты для лечения и профилактики заболеваний: ВИЧ, лейкемии, астмы и др.

Источник: составлено авторами по данным [6; 7; 8; 9]

ской (антинаркотической) конопли в Российской Федерации в 2022 г. составили 13,8 тыс. га, большую половину возделываемых под коноплю площадей – 53% (7,3 тыс. га) занимает Приволжский федеральный округ. Основными коноплесеющими регионами в Российской Федерации в 2022 г. являются: Республика Мордовия (1,8 тыс. га), Нижегородская область (1,5 тыс. га), Пензенская область (1,4 тыс. га). Валовой сбор пеньки за десятилетие (2013–2022 гг.) вырос в два раза – с 9,55 до 20,10 тыс. тонн. На протяжении последнего десятилетия прослеживается снижение урожайности со всей убранной площади (на 3,3 ц/га в 2022 г. по сравнению с 2007 г.), это во многом связно с тем, что сбор пеньковолокна затруднён ввиду нехватки у аграрных товаропроизводителей специализированной уборочной техники и/или её низкой производительности.

В России так же, как и в зарубежных странах, с учётом природно-климатических условий и направлений хозяйственного использования продукции, существуют 3 технологии возделывания технической конопли: на семена, на волокно («зеленец»), на семена и конопляную тресту (однотипное волокно). Однако научно обоснованная система машин для возделывания и уборки технической конопли не сформирована и не входит в Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства [11; 12; 13].

Материально-технической основой комплексной механизации является система машин. Существующая система машин и технологий для возделывания технической конопли требует совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли по повышению качества и конкурентоспособности отечественной коноплепродукции.

С экономической точки зрения система машин – взаимосвязанные силовые агрегаты и сельскохозяйственные орудия, которые обеспечивают экономию рабочего времени и способствуют повышению производительности труда механизаторов, работников и обслуживающего персонала. В конечном счёте, улучшение использования средств механизации, автоматизации, роботизации, цифровизации – одно из решающих направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства и его интенсификации.

В соответствии с действующей номенклатурой сельскохозяйственной техники, на наш взгляд, экономически более обоснованно и технологически более выгодно для сельхозтоваропроизводителей было бы применение предлагаемых нами машин на следующих операциях (табл. 3). Предложенная дифференцированная система машин составлена с соблюдением технологических требований её выращивания по срокам и этапам возделывания.

Предложенная в таблице 3 новая система машин для возделывания технической конопли, наряду с технологическими аспектами выращивания, даёт возможность оптимизировать применение высокопроизводительной техники, повысить её экономические показатели и обеспечить эффективность использования. Разработанная дифференцированная система машин для возделывания технической конопли, учитывая инновационные решения интенсификации технологии уборки [13; 14; 15; 16], способствует достижению обеспечения и оптимизации состава полной научно обоснованной системы машин для всех агротехнологических операций – от предпосевных работ до уборки данной культуры.

Таблица 2 – Основные производственные показатели и посевная площадь конопли среднерусской в России в переводе на волокно (в хозяйствах всех категорий)

Год	Показатель			
	Площадь посева, тыс. га	Валовой сбор (семена), тыс. ц		Урожайность, ц/га
		на семена	на волокно	
2007	2,13	1,44	16,4	8,0
2010	0,95	0,7	8,15	10,6
2015	2,2	3,26	4,57	4,8
2016	2,61	9,59	6,15	5,2
2017	4,36	15,13	7,99	6,5
2018	7,60	26,05	15,5	3
2019	9,68	35,47	24	3,6
2020	10,47	36,95	32,89	5,1
2021	12,77	32,4	38,61	5,7
2022	13,8	20,1	29,4	4,7

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики [10].

Таблица 3 – Новая система машин для возделывания технической конопли (почвообработка, посев, уход за растениями)

Технологический приём	Существующая система машин				Предлагаемая система машин		
	Состав агрегата		Производительность	Сроки проведения	Состав агрегата		Производительность
	Энергосредство	Агрегат			Энергосредство	Агрегат	
Лущение стерни	МТЗ-82	ЛДГ-5	4 га/ч	Вслед за уборкой предшественника	МТЗ-1523	ЛДГ-10	10–15 га/ч
Погрузка минеральных удобрений	ЮМЗ	ПЭ-0,8	7 т/ч	–	МТЗ-82	ПЭ-0,8	8 т/ч
Перевозка минеральных удобрений	МТЗ-82	2ПТС-4	3 т/ч	–	МТЗ-82	2ПТС-6,5	6 т/ч
Внесение минеральных удобрений	МТЗ-82	1-РМГ-4	8 га/ч	Перед вспашкой	МТЗ-1221.3	1-РМГ-4	8 га/ч
Вспашка зяби	МТЗ-82	ПЛН-2-35	0,8 га/ч	Через 10–15 суток после лущения	МТЗ-1523	ПЛН-5-35	1,25 га/ч
Протравливание семян	Электродвигатель	ПС-10А, «Мобитокс»	20 т/ч	За 30 суток до посева	Электродвигатель	ПС-10А, «Мобитокс»	20 т/ч
Боронование зяби в 2 следа	ДТ-75	БЗТС-1,0	1,5 га/ч	По мере поспевания почвы	МТЗ-1523	3БЗТС-1,0 + СГ-21А	4,5 га/ч
Погрузка минеральных удобрений	ЮМЗ	ПЭ-0,8	7 т/ч	–	МТЗ-82	ПЭ-0,8	7 т/ч
Перевозка минеральных удобрений	МТЗ-82	2ПТС-4	3 т/ч	–	МТЗ-82	2ПТС-6,5	6 т/ч
Внесение минеральных удобрений	МТЗ-82	1-РМГ-4	8 га/ч	Вслед за боронованием	МТЗ-82	1-РМГ-4	8 га/ч
Культивация	ДТ-75	КПС-44 + БЗСС-1,0	4 га/ч	По мере отрастания сорняков	МТЗ-1523	TILLERMASTER 6200	7 га/ч
Подвоз семян	ГАЗ-53	–	3 т/ч	–	ГАЗ – ГАЗон Next	–	3 т/рейс
Посев	МТЗ-82	СЗ-3,6, СЗУ-3,6-0,4	4 га/ч	Вслед за культивацией	МТЗ-1523	Комбинированная сеялка Cirrus 4002	3 га/ч
Прикатывание	МТЗ-82	ЗККШ-6	7 га/ч	Вслед за посевом	–	–	–
Боронование	МТЗ-82	БЗСС-1,0	1,5 га/ч	При образовании почвенной корки	МТЗ-82	3БЗТС-1,0	4,5 га/ч
Подвоз воды	ГАЗ-53	–	3 т/рейс	–	ГАЗон Next с цистерной	–	3 т/рейс
Опрыскивание пестицидами	МТЗ-82	ОМП-601	6,5 га/ч	По мере появления вредных объектов	МТЗ-82	ОПШ-15	10 га/ч
Междурядная обработка (3-кратно)	МТЗ-82	КРН-4,2	3 га/ч	По мере отрастания сорняков	МТЗ-82	КРН-4,2	3 га/ч

Источник: составлено авторами.

Выводы. Учитывая, что многие сельскохозяйственные культуры можно отнести к стратегически важным для безопасности страны, так как они используются во многих отраслях народнохозяйственного комплекса, их возрождение и развитие приобретает несомненную важность. Среди таких культур особо следует выделить коноплю, возрождение производства которой, ввиду возникшей

необходимости замены хлопкового волокна, стало чрезвычайно важной задачей, которую Правительство Российской Федерации поставило перед аграриями. Для развития отрасли в нашей стране имеются необходимые условия: природно-климатические, позволяющие производить культуры с высокой урожайностью и хорошим качеством, земельный ресурс. По результатам исследований авторами предложена новая система машин – энергоосна-щённых тракторов и агрегатов для возделывания технической (антинаркотической) конопли, которая позволит повысить производительность основных фондов в 1,5 раза, за счёт чего снизятся энергозатраты на топливо и затраты труда.

Список источников

1. Романенко А. А., Скрипников С. Г., Сухорада Т. И. Конопля. Прошлое. Настоящее. Будущее? // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 3. С. 39–41. ISSN 0235-2451. EDN VUZZRL.

2. Салтык Г. А., Выскребенцев А. В. Коноплеводство в России и Курском крае: к историографии проблемы // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2023. № 1 (65). С. 50–56.

3. Серков В. А., Смирнов А. А., Александрова М. Р. История коноплеводства в России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 3 (175). С. 132–141. DOI 10.25230/2412-608X-2018-3-175-132-141.

4. Серков В. А., Кабунина И. В. К аспекту нормативно-правового регулирования выращивания и переработки конопли посевной в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 99–102. DOI 10.55186/25876740_2022_65_1_99.

5. Давыдова С. А., Чаплыгин М. Е., Попов Р. А. Машины и оборудование для селекции, семеноводства, возделывания и уборки технических культур // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 1 (34). С. 54–63. DOI 10.35523/2307-5872-2021-34-1-54-63.

6. Das L., Liu E. S., Saeed A. [et al.] Industrial hemp as a potential bioenergy crop in comparison with kenaf, switch-grass and biomass sorghum // Bioresource technology. 2017. № 244. P. 641–649.

7. Кабунина И. В. Современная структура мирового рынка производства конопли // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4 (382). С. 40–44. DOI 10.24412/2587-6740-2021-4-40-44.

8. Кравчук, А. А., Чапалда Т. Л. Морфологические признаки посевной конопли. Использование семян посевной конопли в пищевой промышленности // Аграрное образование и наука. 2022. № 4. С. 7. eISSN 2309-7671.

9. Кабунина И. В. Современный опыт и перспективы переработки технической конопли в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6 (384). С. 34–37. DOI 10.24412/2587-6740-2021-6-34-37.

10. Федеральная служба государственной статистики Росстат: офиц. сайт. URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 25.06.2023).

11. Пучков Е. М., Попов Р. А. Аспекты дифференцированного формирования системы машин для различных технологий уборки технической конопли // Аграрная наука. 2022. № 5. С. 122–127. DOI 10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127.

12. Попов Р. А. Инновационные разработки и современные технические средства для уборки конопли посевной // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 150–163. DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-150-163.

13. Ростовцев Р. А., Ущаповский И. В., Голубев И. Г., Мишуров Н. П. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 153 с. ISBN 978-5-7367-1597-8.

14. Попов Р. А., Пучков Е. М., Соловьев С. В. Аналитический обзор конструкций машин и технических решений для уборки конопли // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 120–125. DOI 10.28983/asj.y2020i10pp120-125.

15. Попов Р. А., Бакулова И. В. Результаты полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 108–112. DOI 10.28983/asj.y2022i7pp108-112.

16. Попов Р. А., Великанова И. В. Пути повышения эффективности уборки посевной конопли в условиях технико-технологической модернизации // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : сб. материалов VII Международ. науч.-практ. конф. (Москва, 30 июня 2022 г.). М. : ООО «ИРОК», ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. С. 80–87. DOI 10.34755/IROK.2022.32.16.023. EDN DWGHNM.

References

1. Romanenko A. A., Skripnikov S. G., Sukhorada T. I. Konoplya. Proshloe. Nastoyashchee. Budushchee? // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 3. S. 39–41. ISSN 0235-2451. EDN VUZZRL.

2. Saltyk G. A., Vyskrebentsev A. V. Konoplevodstvo v Rossii i Kurskom krae: k istoriografii problemy // Uchenye zapiski. Elektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. 2023. № 1 (65). S. 50–56.

3. Serkov V. A., Smirnov A. A., Aleksandrova M. R. Istoriya konoplevodstva v Rossii // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2018. № 3 (175). S. 132–141. DOI 10.25230/2412-608X-2018-3-175-132-141.

4. Serkov V. A., Kabunina I. V. K aspektu normativno-pravovogo regulirovaniya vyrashchivaniya i pererabotki konopli posevnoj v Rossii // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2022. № 1 (385). S. 99–102. DOI 10 .55186/25876740_2022_65_1_99.

5. Davydova S. A., CHaplygin M. E., Popov R. A. Mashiny i oborudovanie dlya selekcii, semenovodstva, vozdelyvaniya i uborki tekhnicheskih kul'tur // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2021. № 1 (34). S. 54–63. DOI 10.35523/2307-5872-2021-34-1-54-63.

6. Das L., Liu E. S., Saeed A. [et al.] Industrial hemp as a potential bioenergy crop in comparison with kenaf, switch-grass and biomass sorghum // Bioresource technology. 2017. № 244. P. 641–649.

7. Kabunina, I. V. Sovremennaya struktura mirovogo rynka proizvodstva konopli // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2021. № 4 (382). S. 40–44. DOI 10.24412/2587-6740-2021-4-40-44.

8. Kravchuk, A. A., CHapalda T. L. Morfologicheskie priznaki posevnoj konopli. Ispol'zovanie semyan posevnoj konopli v pishchevoj promyshlennosti // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2022. № 4. S. 7. eISSN 2309-7671.

9. Kabunina I. V. Sovremennyj opyt i perspektivy pererabotki tekhnicheskoj konopli v Rossii // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2021. № 6 (384). S. 34–37. DOI 10.24412/2587-6740-2021-6-34-37.

10. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki Rosstat: ofic. sajt. URL: https://rosstat.gov.ru (data obrashcheniya: 25.06.2023).

11. Puchkov E. M., Popov R. A. Aspekty differencirovannogo formirovaniya sistemy mashin dlya razlichnyh tekhnologij uborki tekhnicheskoj konopli // Agrarnaya nauka. 2022. № 5. S. 122–127. DOI 10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127.

12. Popov R. A. Innovacionnye razrabotki i sovremennye tekhnicheskie sredstva dlya uborki konopli posevnoj // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2021. № 1 (25). S. 150–163. DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-150-163.

13. Rostovtsev R. A., Ushchapovskij I. V., Golubev I. G., Mishurov N. P. Mashinno-tekhnologicheskoe obespechenie vozdelyvaniya i pererabotki pryadil'nyh kul'tur. M. : FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. 153 s. ISBN 978-5-7367-1597-8.

14. Popov R. A., Puchkov E. M., Solov'ev S. V. Analiticheskij obzor konstrukcij mashin i tekhnicheskih reshenij dlya uborki konopli // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 10. S. 120–125. DOI 10.28983/asj.y2020i10pp120-125.

15. Popov R. A., Bakulova I. V. Rezul'taty polevyh issledovanij uborki tekhnicheskoj konopli po razlichnym tekhnologiyam // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2022. № 7. S. 108–112. DOI 10.28983/asj.y2022i7pp108-112.

16. Popov R. A., Velikanova I. V. Puti povysheniya effektivnosti uborki posevnoj konopli v usloviyah tekhniko-tekhnologicheskoj modernizacii // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i mirovogo soobshchestva v epohu cifrovizacii : sb. materialov VII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 30 iyunya 2022 g.). M. : OOO "IROK", IP Ovchinnikov Mihail Arturovich (Tipografiya Alef), 2022. S. 80–87. DOI 10.34755/IROK.2022.32.16.023. EDN DWGHNM.

Сведения об авторах

Ирина Витальевна Великанова – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экономического анализа в сельском хозяйстве, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», spin-код: 4310-1130.

Евгений Михайлович Пучков – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономического анализа в сельском хозяйстве, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», spin-код: 1987-7210.

Information about the authors

Irina V. Velikanova – Candidate of Economic Sciences, Senior researcher of Department of Economic Analysis in Agriculture, Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, spin-code: 4310-1130.

Evgeniy M. Puchkov – Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Economic Analysis in Agriculture, Federal State Budget Research Institution Federal Research Center for Bast Fiber Crops, spin-code: 1987-7210.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 631.362.3
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.011

РАСЧЁТ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО НЕБЕЗУДАРНОГО ПОПАДАНИЯ ДРАЖЕ В ОТВЕРСТИЕ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ТРУБЫ

Владимир Анатольевич Николаев[1], Ирина Витальевна Кряклина[2]
[1]Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия
[2]Ярославскай государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612
[2]i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Реферат. Предложен комбинированный агрегат обработки почвы и посева, обеспечивающий оптимальное размещение семян в почве. Важным элементом устройства размещения семян является перфорированная труба. В результате расчётов и пространственного моделирования ранее были выявлены зависимости: количества драже между первым и вторым сбрасывателем от наружного диаметра перфорированной трубы, максимального количества отверстий от наружного диаметра перфорированной трубы, исходя из геометрии перфорированной трубы и возможного количества драже между первым и вторым сбрасывателем. На основании проведённых исследований предварительно определён оптимальный наружный диаметр, количество отверстий в поперечном сечении перфорированной трубы и угол между осями этих отверстий. Ранее путём моделирования и расчётов установлена корреляция скорости агрегата с диаметром перфорированной трубы при безударном попадании драже в отверстие перфорированной трубы. Однако для правильной конструктивной компоновки высевающего устройства следует рассмотреть другие варианты. Поэтому рассчитаны параметры оптимального посева семян при небезударном контакте драже со стенкой отверстия и выведены зависимости параметров от наружного диаметра перфорированной трубы.

Ключевые слова: *комбинированный агрегат обработки почвы и посева, оптимальное размещение семян в почве, устройство размещения семян, перфорированная труба, наружный диаметр, небезударное попадание*

CALCULATION OF THE POSSIBILITY OF OPTIMAL NON-IMPACT HIT OF THE DRAGEE INTO THE HOLE OF THE SLOTTED PIPE

Vladimir A. Nikolaev[1], Irina V. Kryaklina[2]
[1]Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia
[2]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612
[2]i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Abstract. A combined tillage and sowing unit has been proposed, which ensures optimal placement of seeds in the soil. An important element of the seed placement device is the slotted pipe. As a result of calculations and spatial modeling, the dependencies were previously identified: the number of dragee between the first and second tripper diverter on the outer diameter of the slotted pipe, the maximum number of holes from the outer diameter of the slotted pipe, based on the geometry of the slotted pipe and the possible number of dragee between the first and second tripper diverter. Based on the research carried out, the optimal outer diameter, the number of holes in the cross-section of the slotted pipe and the angle between the axes of these holes were preliminarily determined. Earlier, by modeling and calculations, a correlation of the speed of the unit with the diameter of the slotted pipe was established in case of non-impact hit of dragee into the hole of the slotted pipe. However, other options should be considered for proper design of the seeding device. Therefore, the parameters of optimal sowing of seeds for non-impact contact of the dragee with the wall of the hole were calculated and the dependences of the parameters on the outer diameter of the slotted pipe were derived.

Keywords: *combined tillage and sowing unit, optimal placement of seeds in the soil, seed placement device, slotted pipe, outer diameter, non-impact hit*

Введение. Для создания оптимальных условий прорастания семян и развития растений необходимо обеспечить их оптимальную площадь питания [1; 2]. Она представляет квадрат со сторонами приблизительно 40×40 *мм*. Такое размещение семян в почве может обеспечить комбинированный агрегат обработки почвы и посева. Конструкции комбинированных агрегатов обработки почвы и посева различных культур предлагались многими авторами [3; 4; 5; 6; 7]. Важным элементом данного устройства размещения семян является перфорированная труба [8; 9]. В результате расчётов и пространственного моделирования выявлены зависимости: количества драже между первым и вторым сбрасывателем от наружного диаметра перфорированной трубы, максимального количества отверстий от наружного диаметра перфорированной трубы, исходя из геометрии перфорированной трубы и возможного количества драже между первым и вторым сбрасывателем. На основании проведённых исследований [9; 10] предварительно определён оптимальный наружный диаметр, количество отверстий в поперечном сечении перфорированной трубы и угол между осями этих отверстий, условие оптимального безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы. Однако для правильной конструктивной компоновки высевающего устройства следует рассмотреть не только безударное попадание драже в отверстие перфорированной трубы, но и другие варианты. Вызывает теоретический и практический интерес условие оптимального небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы. Целью данной работы является определение скорости агрегата при определённом диаметре перфорированной трубы для создания оптимальных условий прорастания семян.

Методика. Угловая скорость перфорированной трубы наружным диаметром 150 мм $\omega_{150} = 10\ рад/с$, исходя из допустимой для безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы окружной скорости внутренней поверхности перфорированной трубы, $v_{окр\ i} = 0{,}65\ м/с$ [10]. Определим угловую скорость перфорированной трубы исходя из её угла поворота φ_{1i} (рис. 1):

$$\omega_{1-i} = \frac{\varphi_{1i}}{\tau_{1i}}, \qquad (1)$$

где τ_{1i} – время поворота перфорированной трубы.

Аналогично рисунку 1 выявлены углы поворота перфорированной трубы различного диаметра, соответственно: $\varphi_{1-150} = 1{,}01\ рад$; $\varphi_{1-175} = 0{,}79\ рад$; $\varphi_{1-200} = 0{,}637\ рад$; $\varphi_{1-225} = 0{,}546\ рад$; $\varphi_{1-250} = 0{,}475\ рад$; $\varphi_{1-275} = 0{,}421\ рад$. Время поворота перфорированной трубы соответствует времени падения драже. Так, если использована перфорированная труба наружным диаметром 150 мм, $\tau_{1i} = 0{,}071\ с$. Угловая скорость (1):

$$\omega_{1-150} = \frac{1{,}01}{0\ 071} \approx 14{,}2\ рад/с.$$

При такой угловой скорости перфорированной трубы контакт драже со стенкой отверстия не будет безударным.

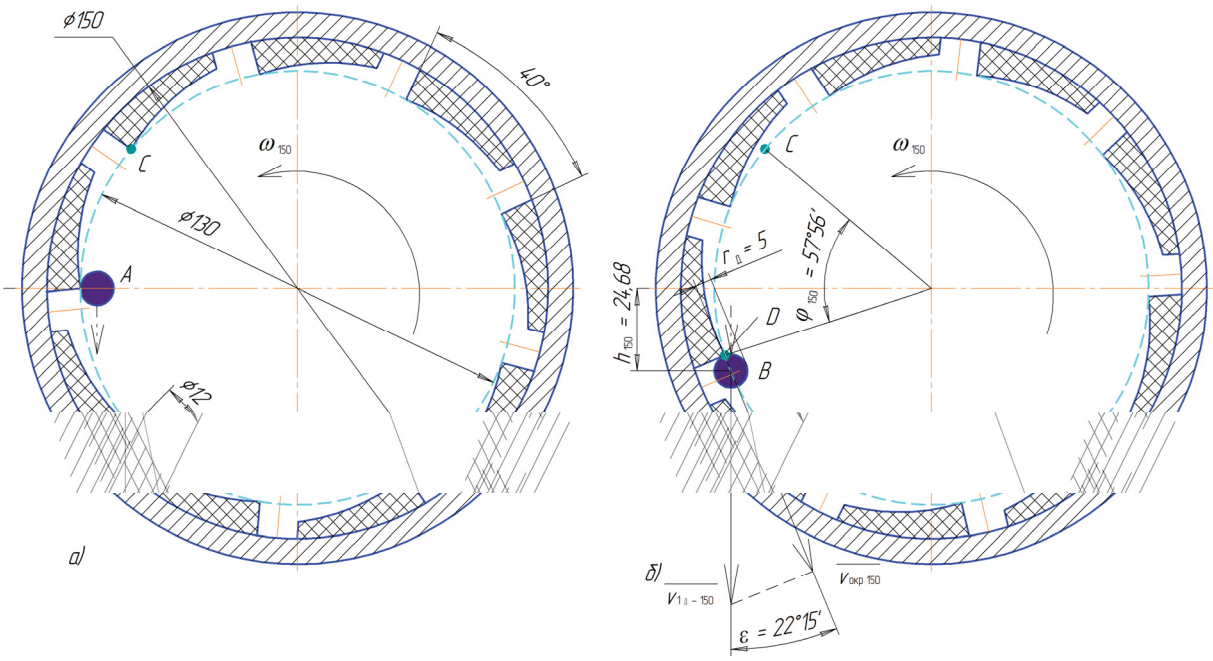


Рисунок 1 – Путь драже при оптимальном перемещении в отверстие перфорированной трубы внутренним диаметром 130 мм: а) начало падения; б) конец падения

Расчёт возможности оптимального небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы

За один оборот перфорированной трубы будет высеяно в рядок n_{o-i} семян. За одну секунду будет высеяно семян в один рядок:

$$n_c = \frac{\omega_i}{2\pi} n_{o-i}. \quad (2)$$

Так как расстояние между семенами $c = 0{,}04$ *м*, то расчётная скорость агрегата:

$$v_{агр\,р} = c n_{o-i}. \quad (3)$$

Результаты. По формулам (1), (2), (3) вычислим расчётную скорость агрегата. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

На рисунках 2–4 представлены зависимости между параметрами при небезударном контакте драже со стенкой отверстия. Зависимости между параметрами при небезударном контакте драже со стенкой отверстия можно аппроксимировать уравнениями, показанными на полях графиков.

На рисунке 5 показана зависимость скорости агрегата при оптимальном перемещении в отверстие и при безударном и небезударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы.

Изменение скорости агрегата в зависимости от наружного диаметра перфорированной трубы можно аппроксимировать с высокой точностью линейными зависимостями:

– при безударном контакте драже со стенкой отверстия: $v_a = 0{,}1749 d_{n\,н} + 0{,}3944$;

– при небезударном контакте драже со стенкой отверстия: $v_a = 0{,}0614 d_{n\,н} + 0{,}7442$.

Таблица 1 – Расчёт параметров при оптимальном варианте посева семян и небезударном контакте драже со стенкой отверстия

Наружный диаметр перф. трубы, мм	Время падения драже, с	Угол поворота перф. трубы, рад	Угловая скорость перф. трубы, рад/с	Количество отверстий в перф. трубе, шт.	Количество семян в рядке за секунду, шт.	Скорость агрегата, м/с
150	0,071	1,01	14,22	9	20,38	0,82
175	0,076	0,79	10,39	13	21,52	0,86
200	0,079	0,637	8,063	18	23,11	0,92
225	0,081	0,546	6,74	23	24,69	0,99
250	0,084	0,475	5,65	29	26,11	1,04
275	0,086	0,421	4,89	36	28,06	1,12

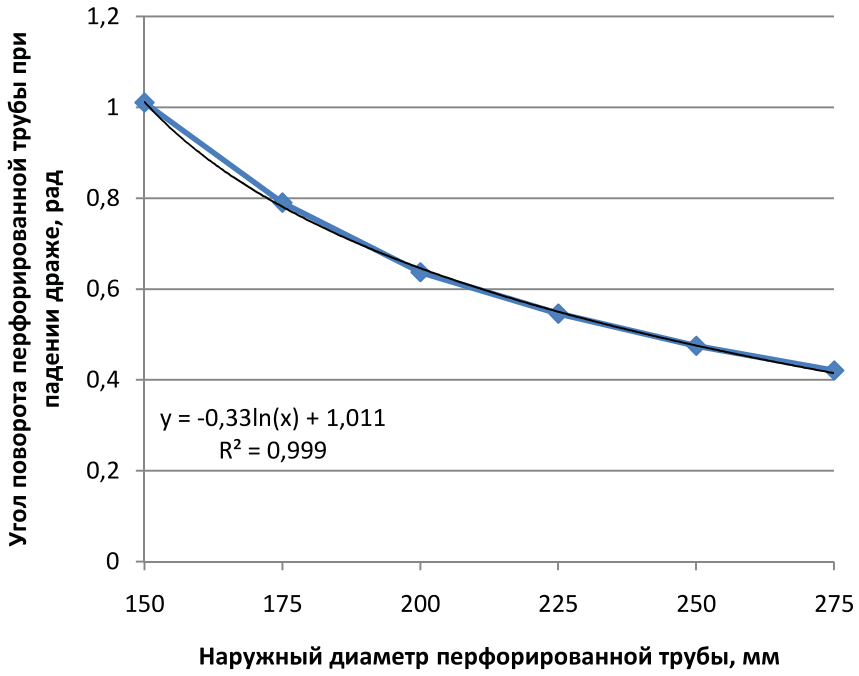


Рисунок 2 – Зависимость угла поворота перфорированной трубы при оптимальном перемещении в отверстие и при небезударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

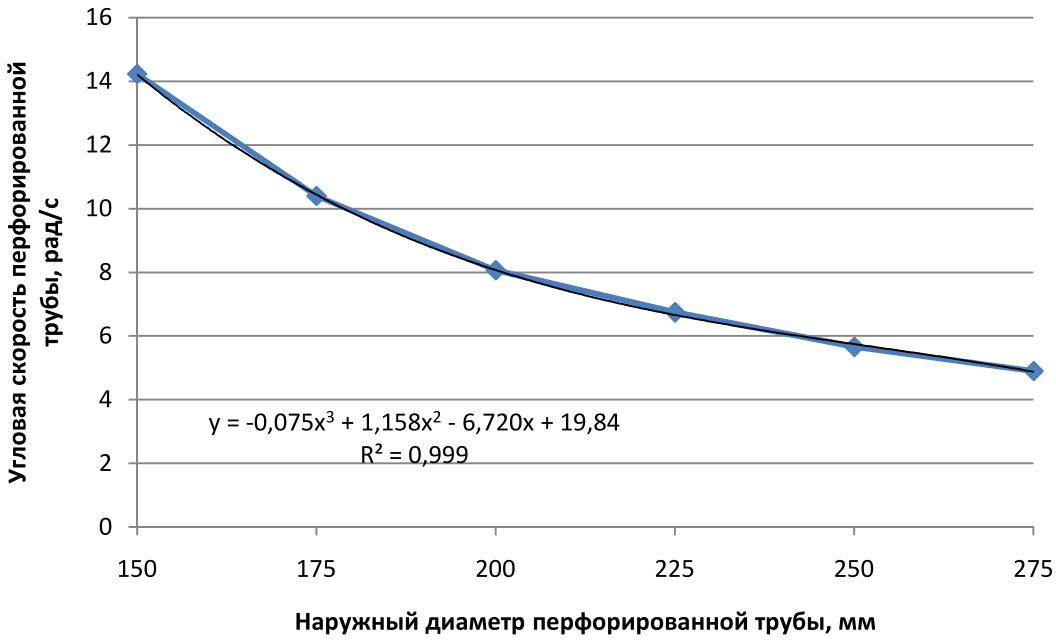


Рисунок 3 – Зависимость угловой скорости перфорированной трубы при оптимальном перемещении в отверстие и при небезударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

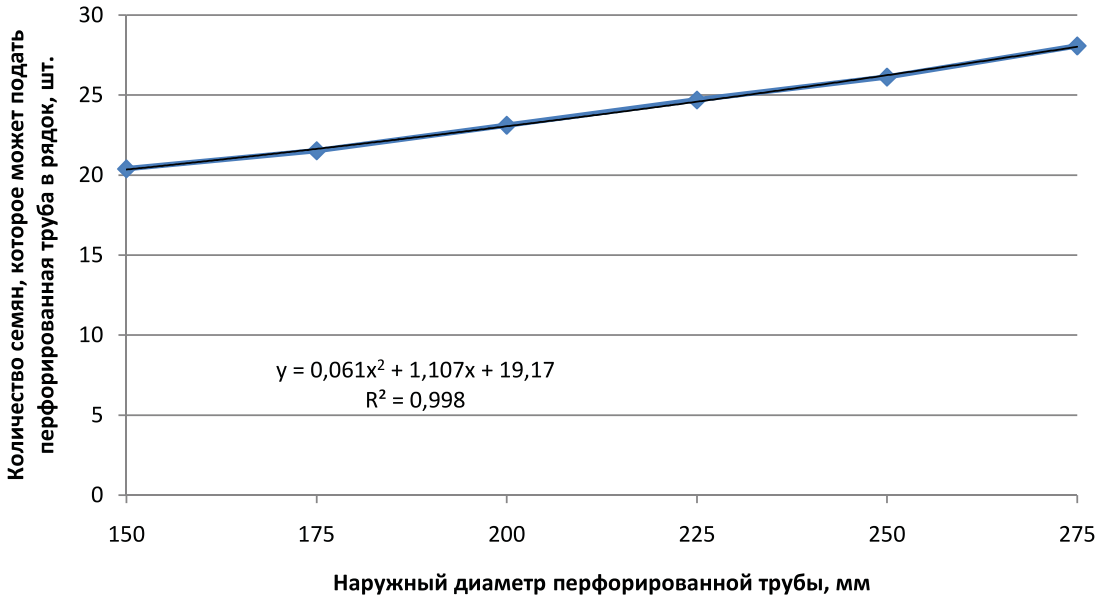


Рисунок 4 – Зависимость количества семян, которое может подать перфорированная труба в рядок при оптимальном перемещении в отверстие и при небезударном контакте драже со стенкой отверстия, от наружного диаметра перфорированной трубы

Выводы:

– при такой конструкции перфорированной трубы применение высевающего устройства с наружным диаметром менее 200 мм невозможно;

– если наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, агрегат может двигаться на первой передаче первого диапазона со скоростью 0,93 м/с при безударном контакте драже со стенкой отверстия;

– размещение семян по полю на первой передаче первого диапазона при безударном контакте драже со стенкой отверстия возможно с понижен-

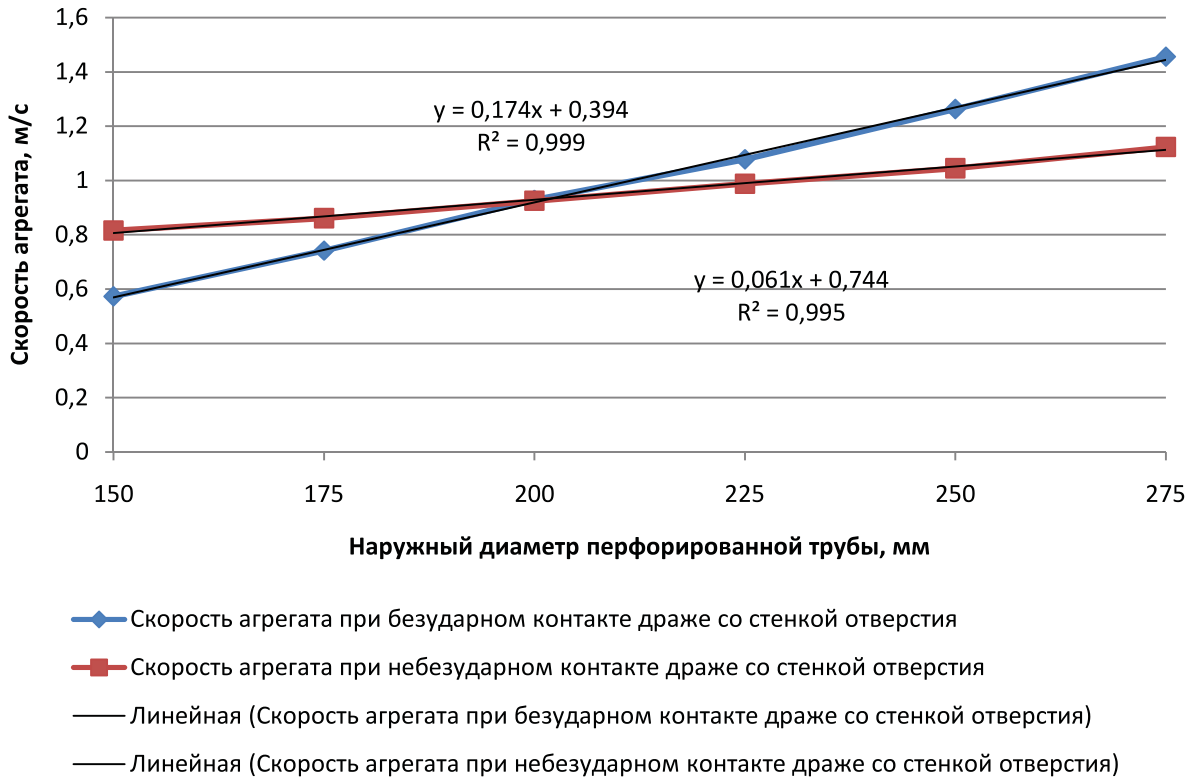


Рисунок 5 – Зависимость скорости агрегата при оптимальном перемещении в отверстие при безударном и небезударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

ной угловой скоростью коленчатого вала двигателя, если наружный диаметр перфорированной трубы 225 мм, 250 мм, 275 мм;

– если наружный диаметр перфорированной трубы 225 мм, 250 мм, 275 мм при движении агрегата с номинальной угловой скоростью коленчатого вала двигателя на первой передаче первого диапазона, размещение семян по полю возможно только при небезударном контакте драже со стенкой отверстия перфорированной трубы.

Список источников

1. Новиков М. А., Смелик В. А., Теплинский И. З. [и др.] Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах : учебное пособие / под ред. М. А. Новикова. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2011. 208 с.

2. Устинов А. Н. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур. М. : Агропромиздат, 1989. 159 с. ISBN 5-10-001178-5.

3. Альт В. В., Щукин С. Г., Вальков В. А. Концепция развития посевных машин // Достижения науки и техники. 2008. № 9. С. 44–48. ISSN 0235-2451.

4. Скурятин Н. Ф., Мерецкий С. В., Бондарев А. В. Посевная секция зернотуковой сеялки // Достижения науки и техники. 2008. № 9. С. 48–50. ISSN 0235-2451.

5. Ахалая Б. Х., Шагенов Ю. Х., Старовойтов С. И., Шогенов Ф. Х. Многооперационная комбинированная машина // Техника и оборудование для села. 2022. № 10 (304). С. 14–17. DOI 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.

6. Федоренко В. Ф., Петухов Д. А., Сердюк В. В. Формирование конструкций многофункциональных почвообрабатывающе-посевных агрегатов // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 35–41. ISSN 2072-9642.

7. Бричагина А. А., Степанов Н. В., Пальвинский В. В. Комбинированный агрегат для посева семян рапса // Актуальные вопросы аграрной науки. 2023. № 46. С. 6–13. eISSN 2411-6483.

8. Пат. 2407259 C1 Российская Федерация, МПК A01B 49/06 (2006.01), A01B 79/02 (2006.01). Устройство для обработки почвы и посева и способ обработки почвы / Николаев В. А. ; патентообладатель ФГОУ ВПО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. № 2009112969/21 ; заявл. 06.04.2009 ; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36. 16 с.

9. Николаев В. А., Кряклина И. В. Выбор диаметра перфорированной трубы устройства размещения семян в почве // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 1 (57). С. 62–67. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.010.

10. Николаев В. А., Кряклина И. В. Определение диаметра перфорированной трубы для безударного попадания драже в отверстие // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 82–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.011.

References

1. Novikov M. A., Smelik V. A., Teplinskij I. Z. [i dr.] Sel'skohozyajstvennye mashiny. Tekhnologicheskie raschety v primerah i zadachah : uchebnoe posobie / pod red. M. A. Novikova. Sankt-Peterburg : Prospekt Nauki, 2011. 208 s.

2. Ustinov A. N. Mashiny dlya poseva i posadki sel'skohozyajstvennyh kul'tur. M. : Agropromizdat, 1989. 159 s. ISBN 5-10-001178-5.

3. Al't V. V., Shchukin S. G., Val'kov V. A. Koncepciya razvitiya posevnyh mashin // Dostizheniya nauki i tekhniki. 2008. № 9. S. 44–48. ISSN 0235-2451.

4. Skuryatin N. F., Mereckij S. V., Bondarev A. V. Posevnaya sekciya zernotukovoj seyalki // Dostizheniya nauki i tekhniki. 2008. № 9. S. 48–50. ISSN 0235-2451.

5. Akhalaya B. Kh., Shagenov Yu. Kh., Starovojtov S. I., Shogenov F. Kh. Mnogooperacionnaya kombinirovannaya mashina // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2022. № 10 (304). S. 14–17. DOI 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.

6. Fedorenko V. F., Petuhov D. A., Serdyuk V. V. Formirovanie konstrukcij mnogofunkcional'nyh pochvoobrabatyvayushche-posevnyh agregatov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2016. № 5. S. 35–41. ISSN 2072-9642.

7. Brichagina A. A., Stepanov N. V., Pal'vinskij V. V. Kombinirovannyj agregat dlya poseva semyan rapsa // Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki. 2023. № 46. S. 6–13. eISSN 2411-6483.

8. Pat. 2407259 S1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V 49/06 (2006.01), A01V 79/02 (2006.01). Ustrojstvo dlya obrabotki pochvy i poseva i sposob obrabotki pochvy / Nikolaev V. A. ; patentoobladatel' FGOU VPO «Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. № 2009112969/21 ; zayavl. 06.04.2009 ; opubl. 27.12.2010, Byul. № 36. 16 s.

9. Nikolaev V. A., Kryaklina I. V. Vybor diametra perforirovannoj truby ustrojstva razmeshcheniya semyan v pochve // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 1 (57). S. 62–67. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.010.

10. Nikolaev V. A., Kryaklina I. V. Opredelenie diametra perforirovannoj truby dlya bezudarnogo popadaniya drazhe v otverstie // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 3 (59). S. 82–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.011.

Сведения об авторах

Владимир Анатольевич Николаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 8865-0397.

Ирина Витальевна Кряклина – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры механизации сельскохозяйственного производства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 3671-5289.

Information about the authors

Vladimir A. Nikolaev – Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of Construction and Road Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 8865-0397.

Irina V. Kryaklina – Candidate of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of the Department of Agricultural Production Mechanization, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 3671-5289.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 631.3
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.012

НЕОБХОДИМЫЙ МОМЕНТ ДЛЯ ВРАЩЕНИЯ ВНЕШНЕГО ЦИЛИНДРА И ВНУТРЕННЕГО ЦИЛИНДРА С ЗЕРНОМ ПРИ ЕГО СУШКЕ В УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ РОТОРНОЙ СУШИЛКЕ

Владимир Анатольевич Николаев
Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия
nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612

Реферат. В структуре финансовых затрат на производство зерна в Нечернозёмной зоне России существенную долю занимают расходы для осуществления его сушки. Во-первых, влажность поступающего на сушку зерна бывает до 33%. Для её уменьшения до 15% нужно большое количество дорогостоящего топлива. Во-вторых, время эксплуатации сушилок в течение года не более полутора месяцев. Большие затраты на покупку и монтаж сушильно-сортировальных комплексов в остальное время ничем не оправданы. В-третьих, существующие сушильно-сортировальные комплексы сложно использовать для сушки других материалов, кроме зерна. Для уменьшения влияния указанных недостатков предложена полуавтоматическая универсальная роторная сушилка. Так как конструкция полуавтоматической универсальной роторной сушилки имеет существенные отличия от сушилок, используемых в настоящее время, необходима разработка теории загрузки, выгрузки и сушки различных материалов, в частности зерна. В результате исследования взаимодействия между зерном пшеницы и внешним цилиндром, внутренним цилиндром, между которыми располагается зерно в полуавтоматической роторной сушилке, выявлены параметры этого взаимодействия. Определена мощность, необходимая для привода внешних цилиндров и внутренних цилиндров, необходимый вращающий момент. Необходимый вращающий момент при сушке других культур меньше, так как меньше их объёмная масса.

Ключевые слова: *универсальная полуавтоматическая роторная сушилка, зерно, сушка зерна, мощность, вращающий момент*

REQUIRED TORQUE FOR ROTATION OF OUTER CYLINDER AND INNER CYLINDER WITH GRAIN DURING ITS DRYING IN UNIVERSAL SEMI-AUTOMATIC ROTARY DRYER

Vladimir A. Nikolaev
Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia
nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612

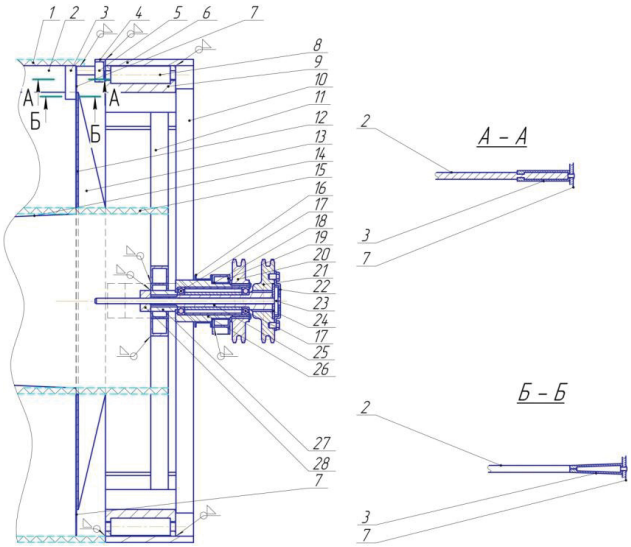
Abstract. In the structure of financial costs for the production of grain in the Non-chernozem zone of Russia, a significant share is occupied by the costs of drying it. Firstly, the moisture content of grain supplied for drying is up to 33%. To reduce it to 15%, you need a large amount of expensive fuel. Secondly, the operation time of dryers for a year does not exceed one and a half months. Large costs for the purchase and installation of drying and sorting complexes are not justified at all other times. Third, existing drying and sorting complexes are difficult to use for drying materials other than grain. In order to reduce the influence of the above disadvantages, a semi-automatic universal rotary dryer has been proposed. Since the design of the semi-automatic universal rotary dryer has significant differences from the currently used dryers, the theory of loading, unloading and drying of various materials, in particular grain, needs to be developed. As a result of analysis of interaction between wheat grain and outer cylinder, inner cylinder between which grain is located in semi-automatic rotary dryer, parameters of this interaction were revealed. Power required to drive outer cylinders and inner cylinders, required torque were determined. The required torque when drying other crops is less, since their volume weight is less.

Keywords: *universal semi-automatic rotary dryer, grain, grain drying, power, torque*

Введение. Проблему энергосбережения при сушке зерна рассматривали многие авторы [1; 2; 3; 4; 5]. Полуавтоматическая универсальная роторная сушилка [6] предназначена для качественной энергосберегающей сушки различных сельскохозяйственных материалов, в частности зерна. Внутри каждого внешнего цилиндра посредством лучей внутреннего цилиндра установлен перфорированный внутренний цилиндр с конусом (рис. 1). Для обеспечения необходимой прочности в сочетании с перфорацией стенки наружного цилиндра и внутреннего цилиндра выполнены в виде сот. Жёсткость им придают планки внешнего цилиндра и планки внутреннего цилиндра.

Торцы внешних цилиндров 1 закрыты дисками 12, которые с косынками 13 надеты с обеих сторон на каждый внутренний цилиндр 15.

На планки каждого внешнего цилиндра 2 с обеих сторон посредством зажимов 3 устанавливают уплотнительные полукольца 7. Они прижаты к дискам и обеспечивают с обеих сторон уплотнение пространства между внешним цилиндром и внутренним цилиндром. Скоба 22, винт 23, шайба 24 и гайка 28 служат для монтажа и демонтажа внутреннего цилиндра.



1 – внешний цилиндр; 2 – планка внешнего цилиндра; 3 – зажим; 4 – направляющая; 5 – ролик крышки; 6 – обойма внешнего цилиндра; 7 – уплотнительное полукольцо; 8 – ролик внутренний; 9 – обойма внутреннего цилиндра; 10 – луч внешнего цилиндра; 11 – луч внутреннего цилиндра; 12 – диск; 13 – косынка; 14 – конус; 15 – внутренний цилиндр; 16 – кольцо уплотнительное; 17 – подшипник; 18 – подшипник скольжения; 19 – ротор; 20 – звёздочка привода внешнего цилиндра; 21 – звёздочка привода внутреннего цилиндра; 22 – скоба; 23 – винт; 24 – шайба; 25 – вал привода внутреннего цилиндра; 26 – вал привода внешнего цилиндра; 27 – ступица; 28 – гайка.

Рисунок 1 – Схема привода внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра

Если фиксатор внутреннего цилиндра соединил между собой луч внешнего цилиндра 10 и луч внутреннего цилиндра 11, внешний и внутренний цилиндры вращаются как одно целое. Вращающий момент поступает только на звёздочку привода внешнего цилиндра 20, от неё на вал привода внешнего цилиндра 26, который вращается в роторе 19 на подшипнике скольжения 18, на луч внешнего цилиндра, луч внутреннего цилиндра, затем на внешний и внутренний цилиндры. Кольцо уплотнительное 16 служит для уплотнения задней стенки камеры нагрева при повороте ротора.

Если фиксатор внутреннего цилиндра разъединил между собой луч внешнего цилиндра и луч внутреннего цилиндра, внешний и внутренний цилиндры вращаются автономно. Вращающий момент поступает как на звёздочку привода внешнего цилиндра, так и на звёздочку привода внутреннего цилиндра 21. От неё вращающий момент через вал привода внутреннего цилиндра 25, вращающийся в подшипниках 17, ступицу 27, луч внутреннего цилиндра поступает на внутренний цилиндр. Он вращается, опираясь через обойму внутреннего цилиндра 9, ролик внутренний 8 на обойму внешнего цилиндра 6. Внешние цилиндры закрыты крышками внешних цилиндров. Внешние цилиндры приводит во вращение электродвигатель привода внешних цилиндров, а внутренние цилиндры – электродвигатель привода внутренних цилиндров посредством цепей привода.

Из конструктивной компоновки [6] универсальной полуавтоматической роторной сушилки получены базовые размеры. Среди них:

– диаметр траектории перемещения осей внешних цилиндров 4000 мм;

– диаметр наружной стенки внешнего цилиндра 1390 мм;

– диаметр внутренней стенки внешнего цилиндра 1354 мм;

– диаметр наружной стенки внутреннего цилиндра 536 мм;

– диаметр внутренней стенки внутреннего цилиндра 500 мм;

– диаметр внутренней стенки теплообменника 600 мм.

Длина рабочей части внешнего цилиндра $l_ц = 6\,м$. Если бы при загрузке зерно заполняло весь объём между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, то его объём

$$V_ц = 3{,}14 \cdot \left[\left(\frac{1{,}354}{2}\right)^2 - \left(\frac{0{,}536}{2}\right)^2\right] \cdot 6 \approx 7{,}28\,м^3.$$

Однако часть этого объёма займёт крышка внешнего цилиндра, которая при открытии смещается внутрь внешнего цилиндра, часть объёма занимают пять планок внешнего цилиндра и шесть планок внутреннего цилиндра, часть объёма не следует заполнять, чтобы не было потерь зерна от переполнения. Площади сечений этих частей определим из чертежа (рис. 2).

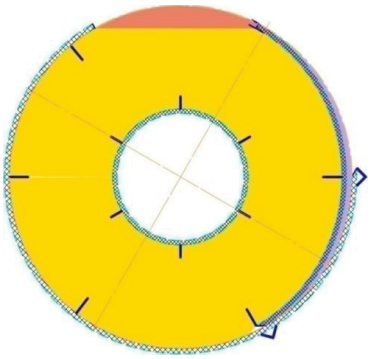


Рисунок 2 – Сечение внешнего цилиндра при открытой крышке внешнего цилиндра

Из чертежа площади сечений, занимаемых: крышкой внешнего цилиндра $46300\,мм^2$, планками внешнего цилиндра $5 \times 300 = 1500\,мм^2$, планками внутреннего цилиндра $6\times 200 = 1200\,мм^2$, не заполненными зерном, объёмом $41000\,мм^2$. Общая площадь:

$$46300 + 1500 + 1200 + 41000 = 90000\,мм^2 = 0{,}09\,м^2.$$

Объём между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, не заполняемый зерном, $V_ц = 0{,}09 \cdot 6 = 0{,}54\,м^3$. Объём между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, заполняемый зерном,

$$V_з = V_ц - V_{ц-}; V_з = 7{,}28 - 0{,}54 = 6{,}74\,м^3.$$

Для расчёта примем: объёмную массу сырой пшеницы $\rho_п = 850\,кг/м^3$ при скважности 40%; объёмную массу ржи $\rho_р = 750\,кг/м^3$ при скважности 40%; объёмную массу ячменя $\rho_я = 700\,кг/м^3$ при скважности 50%; объёмную массу овса $\rho_о = 550\,кг/м^3$ при скважности 60%. Тогда в пространстве между большим и малым цилиндрами масса пшеницы:

$$m_п = V_з\rho_п; m_п = 6{,}74 \cdot 850 = 5729 \approx 5730\,кг;$$

ржи – $m_п = 6{,}74 \cdot 750 = 5055 \approx 5050\,кг$;

ячменя – $m_п = 6{,}74 \cdot 700 = 4718 \approx 4720\,кг$;

овса – $m_п = 6{,}74 \cdot 550 = 3707 \approx 3700\,кг$.

Выгрузку высушенного материала производят внутрь ротора на транспортёр выгрузки из внешнего цилиндра, когда он расположен в положении 1, то есть в верхнем положении [7; 8]. В положении 1 производят также загрузку следующей порции зерна. В результате анализа взаимодействия высушиваемого сыпучего материала с элементами универсальной полуавтоматической роторной сушилки выявлены кинематические, динамические и энергетические параметры элементов конструкции, осуществляющих загрузку и выгрузку [9].

После загрузки зерна или другого сыпучего материала начинается его сушка. При сушке внешний цилиндр и внутренний цилиндр вращаются как одно целое. При совместном вращении внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра, пространство между которыми заполнено зерном, происходит его пересыпание, когда угол наклона поверхности зерна превысит угол его естественного откоса. Угол естественного откоса сырого зерна около 45°. По мере высыхания угол его естественного откоса уменьшается приблизительно до 30°.

Методика. Методом построения определим площадь сечения пересыпаемого зерна. Предположим, что зерно, при совместном вращении внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра, ежесекундно поднимается над горизонталью, проходящей через точку *А* (рис. 3) на высоту $h_п$ подъёма центра масс зерна.

Когда угол естественного откоса 45°, площадь сечения зерна, ежесекундно поднимаемого над горизонталью, заключена в выделенном секторе: $S_з = 4360\,мм^2$. Длина рабочей части внешнего цилиндра $l_ц = 6\,м$. Объём ежесекундно поднимаемого зерна при вращении внешнего цилиндра:

$$V_з = S_з l_ц; V_з = 0{,}004360 \cdot 6 \approx 0{,}026\,м^3.$$

Если рассматривать строго, объём зерна в процессе сушки уменьшается. Следовательно, несколько уменьшается и объём поднимаемого зерна при вращении внешнего цилиндра. Поскольку на изменение объёма зерна при сушке влияет много трудноучитываемых факторов, а объём поднимаемого зерна при вращении внешнего цилиндра в процессе сушки изменяется незначительно, его в расчёте не будем учитывать.

Объёмная масса сырой пшеницы принята $\rho_п = 850\,кг/м^3$, после сушки – $\rho_{с\,п} = 750\,кг/м^3$. Предположим, в процессе сушки она изменяется линейно, пропорционально изменению угла естественного откоса. Линейно будет изменяться и масса $m_п$ зерна, поднимаемого в секунду. Когда угол естественного откоса 45°, высота подъёма центра масс зерна $h_п = 0{,}268\,м$. При подъёме зерна за счёт вращения внешнего цилиндра изменится его потенциальная энергия:

$$e_п = m_п g h_п. \quad (1)$$

Здесь $e_п$ – потенциальная энергия зерна в секунду, то есть необходимая мощность для синхронного вращения внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра без учёта трения в подшипниках. Допустим, оно увеличивает необходимую мощность на

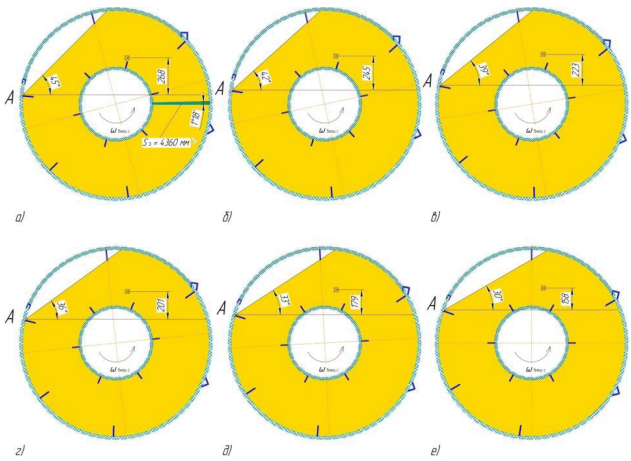


Рисунок 3 – К определению площади сечения зерна, которого ежесекундно поднимают над горизонталью внешний цилиндр и внутренний цилиндр при совместном вращении, и высоты подъёма центра масс зерна, если угол естественного откоса пшеницы: а) 45°; б) 42°; в) 39°;г) 36°; д) 33°; е) 30°

10% от расчётной. Угловая скорость цилиндров при сушке [8] $\omega_{внеш\ c} = 0{,}023\ рад/c \approx 1{,}3\ град/c$. Необходимый момент для вращения цилиндра:

$$M_{в\ ц} = \frac{1{,}1 \cdot e_п}{\omega_{внеш\ c}}. \qquad (2)$$

Результаты. В таблице 1 представлены результаты расчёта параметров.

На рисунке 4 представлена зависимость высоты подъёма центра масс зерна от угла естественного откоса, на рисунке 5 – зависимость массы поднимаемого зерна в секунду за счёт синхронного вращения внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра от угла естественного откоса зерна.

На рисунке 6 представлена зависимость мощности, необходимой для подъёма зерна, от угла естественного откоса, на рисунке 7 – зависимость вращающего момента, необходимого для подъёма зерна, от угла естественного откоса зерна. Результаты аппроксимации на полях графиков.

После загрузки высушиваемого материала ротор совместно с внешними и внутренними цилиндрами поворачивают циклично из одного положения в другое [6]. В положении 2 происходит снятие с высушиваемого материала поверхностной влаги путём его продувки подогретым воздухом, нагнетаемым вентилятором нагрева. Подогретый воздух поступает во внутренний цилиндр, проходит через его перфорированные стенки, пронизывает высушиваемый сыпучий материал и выходит наружу через перфорированные стенки внешнего цилиндра. В положениях 3, 4, 5 производят нагрев высушиваемого материала горячим воздухом в камере нагрева, в которую подают агент сушки от теплогенераторов. Путь горячего воздуха такой же, как и подогретого воздуха. В положении 6 – холодным воздухом охлаждают зерно. Засасываемый вентилятором охлаждения наружный воздух проходит через перфорированные стенки внешнего цилиндра, охлаждаемый материал, перфорированные стенки внутреннего цилиндра и выходит в трубу.

Если допустить, что зерно пшеницы, расположенное между внешним и внутренним цилиндрами в положении 2, находится под углом естественного откоса 45°, в положении 3 – под углом естественного откоса 42°, в положении 4 – под углом естественного откоса 39°, в положении 5 – под углом естественного откоса 36°, в положении 6 – под углом естественного откоса 33°, то мощность привода синхронного вращения пяти внешних цилиндров и внутренних цилиндров составляет около 254 Вт, необходимый вращающий момент – 11070 Нм. Необходимый вращающий момент при сушке других культур меньше, так как меньше их объёмная масса.

Вывод. Мощность привода синхронного вращения пяти внешних цилиндров и пяти внутренних цилиндров невелика, поэтому, с учётом трудноопределимых факторов, для привода вращения внешних цилиндров и внутренних цилиндров следует применить электродвигатели АИР 63 В6 0,25; угловая скорость вала 102 рад/с. Поскольку угло-

Таблица 1 – Результаты расчёта параметров при синхронном вращении внешнего и внутреннего цилиндров универсальной полуавтоматической роторной сушилки

Угол естественного откоса, град	Объём поднимаемого зерна, куб. м	Объёмная масса поднимаемого зерна, кг/куб м	Масса поднимаемой пшеницы, кг/с	Высота подъёма центра масс, м	Мощность с учётом трения, Вт	Необходимый вращающий момент, Н·м
45	0,026	850	22,1	0,268	63	2776
42	0,026	830	21,58	0,245	57	2478
39	0,026	810	21,06	0,223	50,6	2201
36	0,026	790	20,54	0,201	44,5	1935
33	0,026	770	20,02	0,179	38,6	1680
30	0,026	750	19,5	0,158	33,2	1444

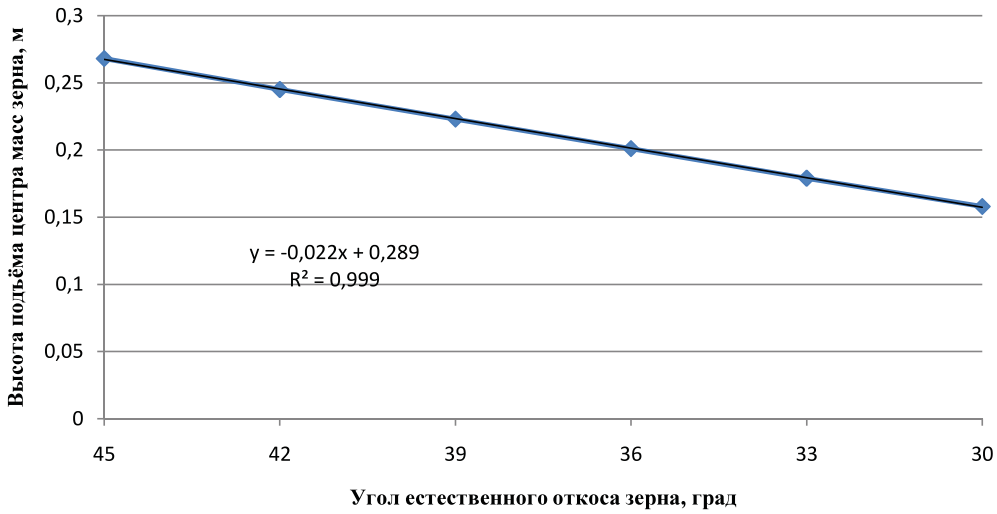


Рисунок 4 – Зависимость высоты подъёма центра масс зерна от угла естественного откоса

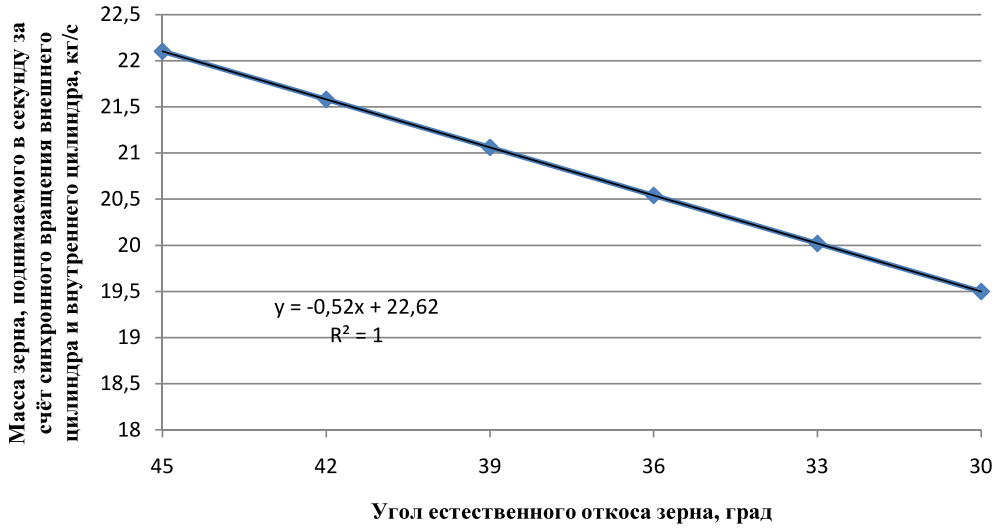


Рисунок 5 – Зависимость массы поднимаемого зерна в секунду от угла естественного откоса зерна

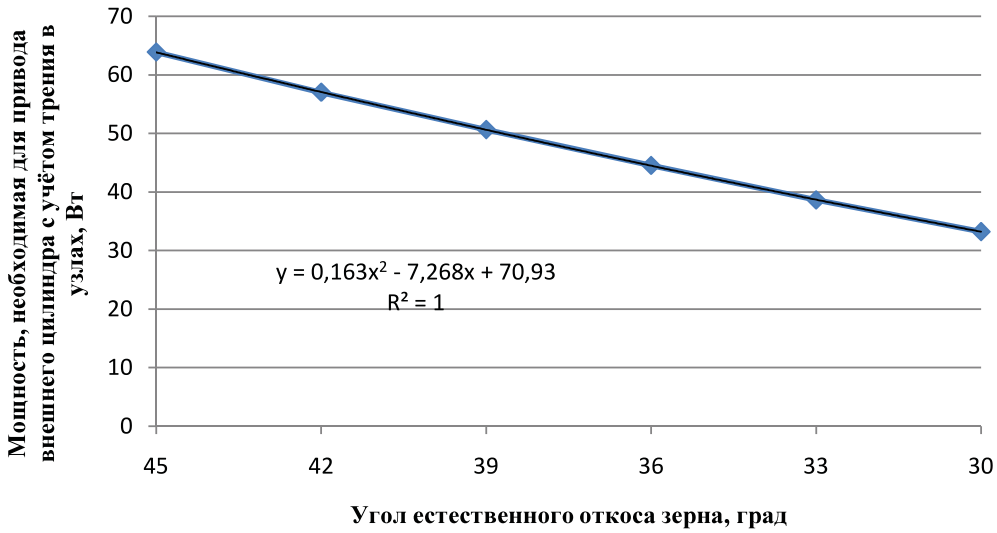


Рисунок 6 – Зависимость мощности, необходимой для подъёма зерна и преодоления трения в узлах, от угла естественного откоса зерна

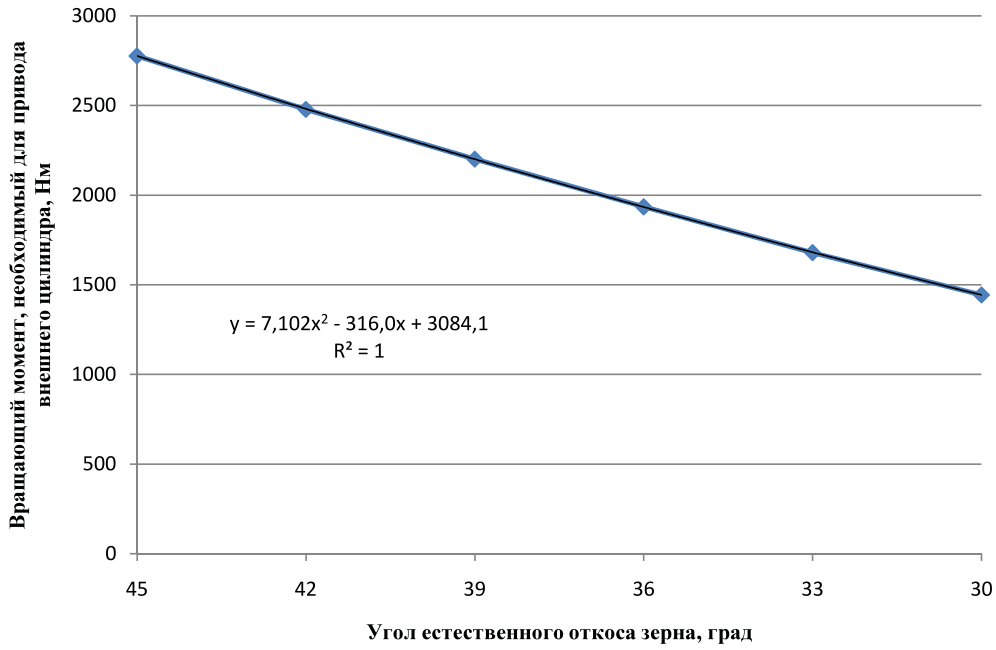


Рисунок 7 – Зависимость вращающего момента, необходимого для подъёма зерна, от угла естественного откоса зерна

вая скорость цилиндров при сушке очень мала, в конструкции универсальной полуавтоматической роторной сушилки предусмотрены редукторы с большим передаточным отношением. Так как необходимый вращающий момент большой, предусмотрены двойные цепи приводов (см. рис. 1).

Список источников

1. Голубкович А. В., Павлов С. А., Марин Р. А., Дадыко А. Н. Сушка зерна с использованием топок на твердом топливе // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 6. С. 9–15. ISSN 0321-4443.

2. Елизаров В. П., Павлов С. А., Марин Р. А., Дадыко А. Н. Сушка зерна с переменным теплоподводом в колонковой зерносушилке // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 12. С. 24–25. ISSN 0321-4443.

3. Цугленок Н. В., Манасян С. К., Конусов Н. Н. Функциональное описание процесса сушки зерна // Вестник КрасГАУ. 2005. № 8. С. 217–221. ISSN 1819-4036.

4. Алиакберов И. И., Галиуллин Ш. Р. К тепловому расчету зерносушилок барабанного типа // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2009. Т. 4, № 4 (14). С. 144–149. ISSN 2073-0462.

5. Алтухова Т. А., Алтухов С. В., Шуханов С. Н. Модернизация сушилки зернистых материалов // Тракторы и сельхозмашины. 2022. Т. 89, № 2. С. 149–153. DOI 10.17816/0321-4443-100577.

6. Пат. 2631586 Российская Федерация, МПК F26B 15/04 (2006.01), F26B 20/00 (2006.01) Полуавтоматическая роторная сушилка / В. А. Николаев ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2016123868; заявл. 15.06.2016; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 27. 2 с.

7. Николаев В. А. Расчёт загрузки зерна элементами универсальной полуавтоматической роторной сушилки // Вестник АПК Верхневожья. 2022. № 3 (59). С. 88–94. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.012.

8. Николаев В. А. Выгрузка зерна из универсальной полуавтоматической роторной сушилки // Вестник АПК Верхневожья. 2022. № 4 (60). С. 100–105. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.012.

9. Николаев В. А. Время выгрузки и загрузки зерна в универсальную полуавтоматическую роторную сушилку // Вестник АПК Верхневожья. 2023. № 2 (62). С. 89–93. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.014.

References

1. Golubkovich A. V., Pavlov S. A., Marin R. A., Dadyko A. N. Sushka zerna s ispol'zovaniem topok na tverdom toplive // Traktory i sl'hozmashiny. 2017. № 6. S. 9–15. ISSN 0321-4443.

2. Elizarov V. P., Pavlov S. A., Marin R. A., Dadyko A. N. Sushka zerna s peremennym teplopodvodom v kolonkovoj zernosushilke // Traktory i sel'hozmashiny. 2015. № 12. S. 24–25. ISSN 0321-4443.

3. Cuglenok N. V., Manasyan S. K., Konusov N. N. Funkcional'noe opisanie processa sushki zerna // Vestnik KrasGAU. 2005. № 8. S. 217–221. ISSN 1819-4036.

4. Aliakberov I. I., Galiullin Sh. R. K teplovomu raschetu zernosushilok barabannogo tipa // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. T. 4, № 4 (14). S. 144–149. ISSN 2073-0462.

5. Altuhova T. A., Altuhov S. V., Shuhanov S. N. Modernizaciya sushilki zernistyh materialov // Traktory i sel'hozmashiny. 2022. T. 89, № 2. S. 149–153. DOI 10.17816/0321-4443-100577.

6. Pat. 2631586 Rossijskaya Federaciya, MPK F26B 15/04 (2006.01), F26B 20/00 (2006.01) Poluavtomaticheskaya rotornaya sushilka / V. A. Nikolaev ; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya». № 2016123868; zayavl. 15.06.2016; opubl. 25.09.2017, Byul. № 27. 2 s.

7. Nikolaev V. A. Raschyot zagruzki zerna elementami universal'noj poluavtomaticheskoj rotornoj sushilki // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2022. № 3 (59). S. 88–94. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.012.

8. Nikolaev V. A. Vygruzka zerna iz universal'noj poluavtomaticheskoj rotornoj sushilki // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2022. № 4 (60). S. 100–105. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.012.

9. Nikolaev V. A. Vremya vygruzki i zagruzki zerna v universal'nuyu poluavtomaticheskuyu rotornuyu sushilku // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2023. № 2 (62). S. 89–93. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.014.

Сведения об авторе

Владимир Анатольевич Николаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 8865-0397.

Information about the author

Vladimir A. Nikolaev – Doctor of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 8865-0397.

Официальный сайт
ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»:

www.yaragrovuz.ru

РУБРИКИ САЙТА:

Сведения об образовательной организации –
– Агросоветник – Образование – Абитуриенту –
– Наука и международная деятельность
(в том числе научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья») –
– Дополнительное образование – Факультеты

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате,
требования к оформлению рукописей, контакты на страничке:
http://yaragrovuz.ru/index.php/nauka-i-mezhdunarodnaya-deyatelnost/zhurnal-vestnik-apk-vekhnevolzhya

Научная статья
УДК 631.171
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.013

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И СОРНЯКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОЛЕЙ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В. В. Хрящёв[1], А. С. Ключников[2], Н. В. Котов[3], Р. В. Ларионов[4]
[1, 3, 4]Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль, Россия
[2]Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия

Автор, ответственный за переписку: Артём Сергеевич Ключников
artik8487@mail.ru, ORCID 0000-0002-7947-2099

Реферат. Использование аэрофотосъёмки существенно расширяет инструментарий агрономов. Целесообразно для автоматизации обработки больших объёмов данных, получаемых с беспилотного летательного аппарата, применить технологии искусственного интеллекта. Практическое применение технологий искусственного интеллекта требует предварительного обучения нейронных сетей. Процесс обучения предполагает обработку большого количества примеров изображений, на которых представлены объекты интересующих классов. Создание таких «примеров» возможно путём анализа и обработки информации на экспериментально собранных изображениях, т.е. разметки. В работе рассмотрены сети ResNet-34, MobilenetV2. Предложен новый алгоритм подготовки данных для использования методов машинного обучения в задаче идентификации основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях. Алгоритм исследован на изображениях, полученных на высоте 5 метров с камеры беспилотного летательного аппарата. Разрешение изображений 1600x1300 пикселей с тремя каналами в следующем порядке: синий, красный, зелёный. Суммарно сформирован набор из 3000 патчей, распределённый на подвыборки: тренировочная, тестовая, валидационная. Сравнение результатов тестовой прогонки изображений через нейросети, прошедшие обучение, показали высокую сходимость с результатами валидации, что говорит о перспективности применения разработанного алгоритма. Экспериментально показано, что точность распознавания целевых объектов предобученных нейросетей на изображении возрастает десятикратно.

Ключевые слова: *машинное зрение, обучение нейросетей, аэрофотосъёмка, искусственный интеллект в сельском хозяйстве, разметка изображения, мониторинг полей*

IDENTIFICATION OF MAIN TYPES OF FEED CROPS AND WEEDS ON IMAGES FROM THE FIELDS BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

Vladimir V. Khryashchev[1], Artem S. Klyuchnikov[2], Nikita V. Kotov[3], Roman V. Larionov[4]
[1, 3, 4]P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia
[2]Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia

Author responsible for corespondence: Artem S. Kliuchnikov
artik8487@mail.ru, ORCID 0000-0002-7947-2099

Abstract. The use of aerial photography significantly expands the tools of agronomists. It is advisable to use artificial intelligence technologies to automate the processing of large amounts of data received from an unmanned aerial vehicle. The practical application of artificial intelligence technologies requires preparatory training of neural networks. The learning process involves processing a large number of example images that represent objects of interest classes. The creation of such "examples" is possible by analyzing and processing information on experimentally collected images, i.e. markings. The work deals with ResNet-34 and MobilenetV2 networks. A new algorithm for preparing data for using machine learning methods in the task of identifying the main types of feed crops and weeds in images was proposed. The algorithm was investigated in images obtained at a height of 5 meters from an unmanned aerial vehicle camera. The image resolution

1600x1300 pixels with three channels in the following order: blue, red, green. In total, a set of 3000 patches was formed, distributed into subsamples: training, test, validation. Comparison of the results of the test run of images through neural networks that have been trained showed high convergence with the validation results, which indicates the promise of using the developed algorithm. Experimentally, it has been shown that recognition accuracy of target objects of pre-trained neural networks in an image increases tenfold.

Keywords: *machine vision, neural network training, aerial photography, artificial intelligence in agriculture, image marking, field monitoring*

Финансирование: исследование выполнено за счет средств Программы развития ЯрГУ до 2030 года, проект № GM-2023-СП-03/2021 «Разработка методик и алгоритмов прогнозирования характеристик урожайности кормовых культур с использованием анализа данных, методов компьютерного зрения и искусственного интеллекта».

Введение. Традиционные способы мониторинга и контроля процесса роста и созревания сельскохозяйственных растений характеризуются значительными затратами времени и отвлечением человеческих ресурсов. Они требуют периодического выезда агрономов непосредственно на поле для осмотра и оценки состояния посевов. Кроме того, проведение обследования бывает затруднено, так как в середине вегетационного периода пройти вглубь поля не всегда представляется возможным.

При повреждении вредителями или появлении заболевания на участках, удалённых от края поля, возникает риск выявления проблемы тогда, когда время для её устранения уже упущено [1]. Традиционное обследование полей позволяет получить лишь усреднённую картину поля. Оно не даёт возможности проводить точечные обследования поля там, где они действительно необходимы, не позволяет уделить внимание отдельным зонам, участкам с даже незначительными отличиями, пока они не вылились в ту проблему, которая видна невооружённым глазом.

На современном этапе развития для реализации концепции ресурсосберегающего и точного сельского хозяйства, не разрушающего среду обитания человека и сохраняющего безопасность получаемой сельскохозяйственной продукции, требуется переход от глазомерной субъективной оценки поля к анализу, основанному на машинном зрении и аэромобильных технологиях.

Использование аэрофотосъёмки существенно расширяет инструментарий агрономов, однако оно требует ряда специальных решений для автоматизации обработки получаемой информации. Одной из существенных особенностей подобной технологии является использование вертикально вниз направленной камеры. С одной стороны, она позволяет точно определить проективное покрытие всех видов, с другой, существенно затрудняет определение высоты растений.

Особое внимание следует обратить на то, что в агрономии превалирует негативное восприятие сорной флоры. Типичная её агрономическая классификация основана на способах сорных растений к возобновлению на полях и методах их уничтожения с упором на неселективные. Традиционно массовое применение химических средств защиты растений является одним из обязательных этапов сельскохозяйственного производства. Однако современная и перспективная техника позволяет снизить объёмы расхода средств защиты растений и вести персонифицированную работу с сорняками, учитывая их состояние и индивидуальную чувствительность.

Для больших посевных площадей характерна некоторая пестрота посевов и, как следствие, неизбежные различия в выполненности культурных растений и видовом составе сорняков. Такие участки требуют фокусного внимания, а для их отслеживания необходимо обрабатывать большие объёмы информации. В таком случае целесообразно применить технологии искусственного интеллекта (ИИ). Они сыскали широкое распространение в различных областях сельского хозяйства, таких как: обнаружение болезней растений, классификация и идентификация сорняков, определение и подсчёт плодов, управление водными ресурсами и почвой, прогнозирование погоды (климата), определение поведения животных [2].

Следует отметить, что практическое применение технологий ИИ требует предварительного обучения нейронных сетей. Для их обучения необходимо большое количество примеров изображений, на которых представлены объекты интересующих классов, чтобы научиться находить их самостоятельно. Создание таких «примеров» возможно путём анализа и обработки информации на экспериментально собранных изображениях, т.е. разметки.

Цель исследования – разработать алгоритм подготовки данных для использования методов машинного обучения в задаче идентификации основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях с полей Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

Материалы и методы. Для обучения нейросетевых алгоритмов необходимо большое количество данных, в особенности, если в основе лежат алгоритмы глубокого обучения. Нами использованы сети ResNet-34, MobilenetV2 с 21 млн и 3,4 млн параметров соответственно. Но, в соответствии с принципом трансфертного обучения сетей, данные архитектуры уже обучены на больших объёмах изображений. Таким образом, для реального обучения сетей среди собственных классов обучаются только последние несколько слоёв сети классификатора. Количество изображений на этапе проведения обучения в рамках самой большой по числу параметров сети должно быть не менее 3000 штук при разрешении 256x256 пикселей. При этом предполагается, что база будет увеличиваться за счёт сбора новых актуальных данных, а соответствующая нейросетевая модель – дообучаться.

В исследовании использованы изображения, полученные на высоте 5 метров с камеры беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с разрешением 1600x1300 пикселей с тремя каналами в следующем порядке: синий, красный, зелёный. В результате, для каждого изображения соответствуют несколько типов классификаций. Суммарно сформирован набор из 3000 патчей, распределённый на подвыборки: тренировочная, тестовая, валидационная.

В рамках исследования выбраны следующие типы целевых классификаций для кормовых культур – культура растения, стадия развития, плотность культурных растений (табл. 1), а также типы целевых классификаций для сорняков – вид сорной растительности, стадия развития сорной растительности, плотность сорной растительности (табл. 2).

Задача исследования заключается в оценке адекватности работы обученных по разработанному алгоритму нейросетей путём сравнения результатов тестового прогона подвыборки «тест» и результатов оценки её экспертами, подвыборка «валидационная».

Результаты и обсуждение. Обучение нейросетей требует проведения разметки изображений. Как показывает опыт, для минимизации ошибок, ликвидации спорных ситуаций разметку необходимо проводить в два последовательных этапа:

– первичная разметка;

– валидационная разметка.

Первый этап является основным и заключается в разделении видов культурной растительности и сорняков на изображениях, полученных с камеры БПЛА. Суть процесса заключена в создании пары изображений: исходный снимок объекта и метка целевого класса, как показано на рисунке 1.

Вид разметки может меняться в зависимости от решаемой в ходе разработки алгоритма задачи. Наиболее распространены два вида. Детектирование, которое, по своей сути, представляет задачу одновременной классификации нескольких объектов на изображении, при этом для объектов определяется их расположение в кадре путём внедрения ограничивающих рамок. Сегментация, которая позволяет делить изображение на непересекающиеся области, повторяющие границы объектов, каждая из которых характеризует объект определённого класса [3].

Для успешного проведения разметки изображений необходимо разработать методику. Она должна включать следующие разделы: сортировка изображений; группировка изображений по классам; экспертная разметка изображений с помощью специализированного программного обеспечения; анализ результатов разметки.

Валидация созданной разметки – процесс проверки, корректировки и утверждения имеющейся разметки [4]. Её необходимо провести по следующим направлениям: проверка удалённых кадров;

Таблица 1 – Классы целевых типов классификации кормовых культур

Целевой тип	Классы
Культура растений	Вико-овсяная смесь; другое; кукуруза; многолетние травы; чистый пар; яровая тритикале; ячмень
Стадия развития	Вегетация; всходы; вымётывание; колошение; кущение; нет; отрастание; фаза 5–21 листьев; цветение
Плотность культурных растений	0; 50; 100

Таблица 2 – Типы целевых классификаций для сорняков

Целевой тип	Классы
Вид сорной растительности	Корневые; яровые; прочие; нет
Стадия развития сорной растительности	Нет; вегетация; всходы; цветение
Плотность сорной растительности	0; 50; 100

проверка отобранных в результате сортировки кадров; проверка разбиения собранной базы изображений на группы; проверка и корректировка разметки изображений.

Правильность разметки определяется по следующим критериям: проведена классификация объекта, т.е. файл разметки расширением «.json» содержит метку класса соответствующего целевого типа классификации; при воспроизведении изображения через программное обеспечение результат успешно отображается на экране; классы объекта целевого типа классификации, созданные на предыдущем этапе разметки, определены правильно.

Следует отметить, что для работы с нейронной сетью необходимо привести значения яркости пикселей нормализованного изображения к диапазону 0, 1. При этом исходно изображения в наборе имеют значения яркости пикселей, распределённых в диапазоне 0, 255. Поэтому необходимо провести предобработку полученной базы изображений. Существуют следующие методы – стандартизация, масштабирование и усреднённая нормализация признаков [5].

Стандартизация – пиксели сначала нормализуются по среднему значению, а затем по стандартному отклонению по каждому из пикселей обучающей выборки. Таким образом, необработанные данные нормализованы как по отношению к среднему, так и к дисперсии значений пикселей изображения обучающей выборки. Математическим языком метод представлен формулой (1).

$$X^I = \frac{X-\mu}{\sigma}, \quad (1)$$

где X^I – нормированные данные; X – ненормированные данные; μ – средний вектор по всей функции; σ – вектор стандартного отклонения по всем особенностям. Данный способ приведения значений яркости пикселей используется, если распределение яркости пикселей неравномерное (т.е. если существует смещение плотности распределения гистограммы пикселей в сторону максимальных или минимальных значений).

Масштабирование признаков – значение каждого пикселя делится на максимальное значение яркости пикселей изображения. Таким образом, значение яркости пикселей стандартизованного изображения тренировочного набора можно представить по формуле (2):

$$X' = \frac{X}{255}, \quad (2)$$

где X – значения яркости пикселей до преобразования; X' – значения яркости пикселей после преобразования. Так как изображения в выборке являются 8-битными, т.е. диапазон значений яркости 0, 255, соответственно, значение знаменателя в формуле (2) равно 255.

Усреднённая нормализация – это взятие среднего значения по каждому из пикселей (по размеру изображения) обучающих выборок, которое вычитается из каждого значения пикселей изображения и делится на среднее значение пикселей. Таким образом, значение яркости пикселей изображений тренировочного набора можно представить выражением вида:

$$X' = \frac{X-\mu}{\mu}, \quad (3)$$

где X'– нормализованные значения пикселей; X – исходные значения пикселей; μ – среднее значение по всем пикселям X. Данный способ приведения значений яркости пикселей применяется к изображениям с равномерным распределением яркости пикселей по гистограмме изображения.

Для того чтобы снизить огромные трудозатраты экспертов в процессе разметки фрагментов изображений и цельных изображений, разработана методика полуавтоматической разметки областей интереса для последующего обучения и/или тестирования нейросетевых моделей. Данная методика предполагает формирование основы для разметки алгоритмом, обученным на предыдущих этапах исследования, с доработкой полученной разметки специалистом по работе с изображени-

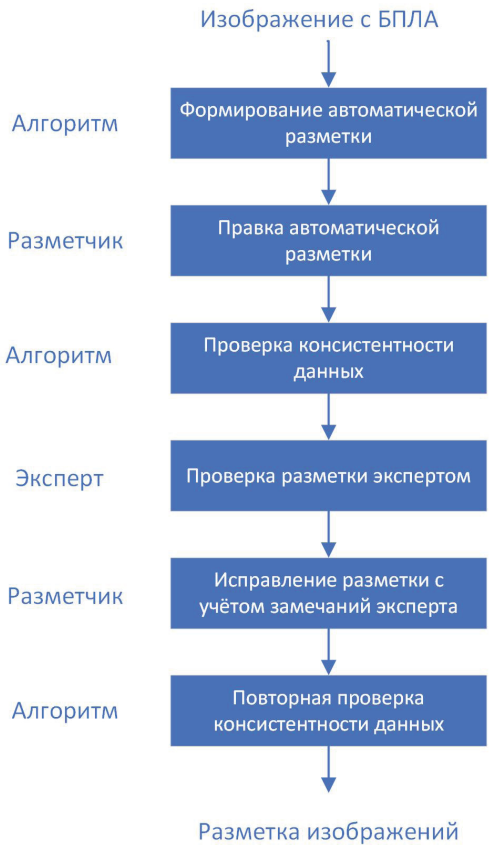


Рисунок 2 – Структурная схема методики полуавтоматической разметки областей интереса на изображениях с БПЛА

Таблица 3 – Распределение по подвыборкам для фазы культур

Класс	Тренировочный	Тестовый	Валидационный
Вегетация	465	52	65
Всходы	48	9	3
Вымётывание	112	16	13
Колошение	298	46	36
Кущение	143	20	11
Нет	916	83	119
Отрастание	330	31	43
Фаза 5–21 листьев	48	3	2
Цветение	70	10	8

Таблица 4 – Распределение по подвыборкам для типа культур

Класс	Тренировочный	Тестовый	Валидационный
Вико-овсяная смесь	259	31	27
Другое	62	8	10
Кукуруза	102	13	12
Многолетние травы	684	73	2
Чистый пар	846	75	106
Яровая тритикале	249	34	25
Ячмень	228	36	28

Таблица 5 – Распределение по подвыборкам для плотности культур

Класс	Тренировочный	Тестовый	Валидационный
0	942	84	119
50	854	102	104
100	634	84	77

Таблица 6 – Распределение по подвыборкам для вида сорной растительности

Класс	Тренировочный	Тестовый	Валидационный
Корневые	1098	117	139
Яровые	281	38	33
Прочие	83	6	9
Нет	968	109	119

Таблица 7 – Распределение по подвыборкам для стадии развития сорной растительности

Класс	Тренировочный	Тестовый	Валидационный
Нет	974	109	120
Вегетация	975	106	120
Всходы	251	22	29
Цветение	230	33	31

ями (разметчик), который, в свою очередь, консультируется с экспертами.

Разработанная схема включает шесть этапов (рис. 2).

1. Разметка фрагментов изображений с БПЛА, обученных на предыдущем этапе алгоритмами ResNet-34 [6], MobilenetV2 [7]. Сохраняются фрагменты с целевыми классами, по 5 кадров, чтобы сохранялась контекстная информация для дальнейших этапов разметки. Отбор предсказанных алгоритмом кадров каждого класса, для которых оценка достоверности принадлежности объекта к классу превышает 0,3; присвоение класса classification и сохранение вместе с отметками эксперта в специальном текстовом формате сериализации – json, с которым можно далее работать в программе разметки labelme.

2. Разметчик просматривает полученные кадры с разметкой в хронологическом порядке и удаляет ложноположительные предсказания алгоритма, ошибочность которых для него очевидна и объединяет в один пакет. Если объект на рассматриваемой последовательности кадров соответствует отметке эксперта, полученной с тестового стенда, любой рамке из данного трека присваивается соответствующий класс, а соответствующей отметке эксперта – идентификационный номер кадра рассматриваемого объекта.

3. Проверяется согласованность данных – все объекты одной последовательности приводятся к одному классу. Выбираются все последовательности соответствующего класса, и последовательности кадров сохраняются в отдельные директории.

4. Эксперт рассматривает полученные на предыдущем этапе директории и выносит экспертную оценку, соответствует ли 91 объект на последовательности соответствующему классу или нет, а также отмечают неправильную классификацию.

5. Разметчик, руководствуясь результатами экспертизы, полученной на предыдущем этапе, присваивает последовательностям соответствующие классы, если это соответствует экспертной разметке, а остальные последовательности удаляет.

6. Снова проверяется согласованность данных. Руководствуясь данной методикой, выполнена разметка фрагментов изображений с БПЛА с целью формирования тестового набора изображений. Стоит отметить, что данную методику можно применять итеративно для разметки большого количества данных. На каждой итерации стоит размечать часть данных и дообучать алгоритм на новых данных, тогда следующая итерация будет требовать меньше трудозатрат, т.к. качество автоматической разметки будет возрастать. Как показывает практика, трудозатраты при создании размеченных баз изображений уменьшаются на 30–40%.

Результаты применения разработанного алгоритма подготовки данных для использования методов машинного обучения в задаче идентификации основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях с полей Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» представлены в таблицах 3–7.

ТСравнение результатов тестовой прогонки изображений с БПЛА через нейросети, прошедшие обучение по разработанной методике, с результатами валидации показали высокую сходимость, что свидетельствует о перспективности применения разработанного алгоритма. Подвыборка «тренировочный» показывает результат работы нейросети до проведения обучения. Как видно из значений в таблицах, точность распознавания целевых объектов возросла на порядок.

Выводы. С целью снижения высоких трудозатрат в процессе разметки фрагментов изображений и цельных изображений целесообразно применять алгоритм полуавтоматической разметки областей интереса для последующего обучения и/или тестирования нейросетевых моделей. Данная методика предполагает формирование основы для разметки предобученным алгоритмом, с доработкой полученной разметки специалистом по работе с изображениями (разметчиком), который, в свою очередь, консультируется с экспертами. Точность распознавания целевых объектов на изображении возрастает десятикратно. Предложенную методику можно применять для разметки других видов данных практически без изменения, а также для иных типов распознавания изображений с помощью нейронных сетей – детекция, сегментация.

Список источников

1. Ивченко В. К., Демьяненко Т. Н., Ильченко И. О. [и др.] Использование наземных спектрофотометрических измерений для выявления влияния приемов основной обработки почвы на процесс нарастания надземной фитомассы яровой пшеницы в зернопаропропашном севообороте // Вестник КрасГАУ. 2020. № 1 (154). С. 3–11. DOI 10.36718/1819-4036-2020-1-3-11.

2. Айтпаева А. А. Цифровизация сельского хозяйства в контексте повышения конкурентоспособности отечественного АПК // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2019. № 3. С. 56–63. DOI 10.24143/2073-5537-2019-3-56-63.

3. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Cham: Springer, 2018. 512 p.

4. Szegedy C., Liu W., Jia Y. Going deeper with convolutions // In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015. P. 1–9. DOI 10.1109/CVPR.2015.7298594.

5. Каличкин В. К., Корякин Р. А., Лужных Т. А. [и др.] Выбор и размещение сельскохозяйственной культуры с использованием искусственного интеллекта // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 10. С. 67–70. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11015.

6. Кучкаров З. А. Методические основы концептуального анализа сложных систем и предметных областей // Интеграл. 2014. № 4. С. 88–92. ISSN 2074-0077.

7. Лысенко С. А. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе спутникового мониторинга динамики углерода в наземных экосистемах // Исследование Земли из космоса. 2019. № 4. С. 48–59. DOI 10.31857/S0205-96142019448-59.

References

1. Ivchenko V. K., Dem'yanenko T. N., Il'chenko I. O. [i dr.] Ispol'zovanie nazemnyh spektrofotometricheskih izmerenij dlya vyyavleniya vliyaniya priemov osnovnoj obrabotki pochvy na process narastaniya nadzemnoj fitomassy yarovoj pshenicy v zernoparopropashnom sevooborote // Vestnik KrasGAU. 2020. № 1 (154). S. 3–11. DOI 10.36718/1819-4036-2020-1-3-11.

2. Ajtpaeva A. A. Cifrovizaciya sel'skogo hozyajstva v kontekste povysheniya konkurentosposobnosti otechestvennogo APK // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika. 2019. № 3. S. 56–63. DOI 10.24143/2073-5537-2019-3-56-63.

3. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Cham: Springer, 2018. 512 p.

4. Szegedy C., Liu W., Jia Y. Going deeper with convolutions // In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015. P. 1–9. DOI 10.1109/CVPR.2015.7298594.

5. Kalichkin V. K., Koryakin R. A., Luzhnykh T. A. [i dr.] Vybor i razmeshchenie sel'skohozyajstvennoj kul'tury s ispol'zovaniem iskusstvennogo intellekta // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 10. S. 67–70. DOI 10.24411/0235-2451-2019-11015.

6. Kuchkarov Z. A. Metodicheskie osnovy konceptual'nogo analiza slozhnyh sistem i predmetnyh oblastej // Integral. 2014. № 4. S. 88–92. ISSN 2074-0077.

7. Lysenko S. A. Prognozirovanie urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur na osnove sputnikovogo monitoringa dinamiki ugleroda v nazemnyh ekosistemah // Issledovanie Zemli iz kosmosa. 2019. № 4. S. 48–59. DOI 10.31857/S0205-96142019448-59.

Сведения об авторах

Владимир Вячеславович Хрящёв – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры цифровых технологий и машинного обучения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет имени П. Г. Демидова», spin-код: 9120-0410.

Артём Сергеевич Ключников – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерно-интегрированной технологии машиностроения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 5546-2339.

Никита Валерьевич Котов – аспирант кафедры цифровых технологий и машинного обучения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет имени П. Г. Демидова», spin-код: 3620-9968

Роман Васильевич Ларионов – аспирант кафедры цифровых технологий и машинного обучения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет имени П. Г. Демидова», spin-код: 8165-8027.

Information about the authors

Vladimir V. Khryashchev – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Digital Technologies and Machine Learning, P. G. Demidov Yaroslavl State University, spin-code: 9120-0410.

Artem S. Klyuchnikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer-Integrated Engineering Technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 5546-2339.

Nikita V. Kotov – postgraduate student of the Department of Digital Technologies and Machine Learning, P. G. Demidov Yaroslavl State University, spin-code: 3620-9968

Roman V. Larionov – postgraduate student of the Department of Digital Technologies and Machine Learning, P. G. Demidov Yaroslavl State University, spin-code: 8165-8027.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 631.362.34:[621.85.052:62-189.2]
doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.014

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ УЛЬТРАЗВУКОМ ФИЛЬТРА С ПОЛИМЕРНЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Артем Сергеевич Угловский[1], Ирина Марковна Соцкая[2], Елена Владимировна Шешунова[3]
[1, 2, 3]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-5678-4786
[2]i.sockaya@yarcx.ru
[3]e.sheshunova@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-7805-5656

Реферат. В статье представлен разработанный авторами фильтр с полимерными элементами, имеющий микроконтроллерную систему, которая управляет выходной частотой ультразвукового генератора и питает блоки многослойных преобразователей. Частота механического резонанса колебательной системы зависит от многих параметров и меняется в процессе работы. Со временем фильтрующие элементы забиваются, теряя эффективность очистки масла. Поэтому фильтрующие элементы заменяются новыми. Для обеспечения высокой эффективности частота очистки фильтра должна постоянно контролироваться и настраиваться на резонансную частоту. Применение микроконтроллерной системы позволит управлять ультразвуковым преобразователем, отправляя пакеты импульсов с частотой 30 кГц, для обратной связи применяется датчик ультразвука HC-SR04. Данный датчик необходим для контроля передачи преобразователем ультразвуковых колебаний. В приведённых расчётах по преобразователю ультразвуковых колебаний резонансная частота будет составлять 35,5 кГц, что соизмеримо с частотой передачи импульсов микроконтроллера.

Ключевые слова: *резонанс, ультразвуковой преобразователь, кавитация, частота*

SIMULATION OF THE FILTER CLEANING SYSTEM BY ULTRASONIC SOUND WITH POLYMER FILTER ELEMENTS

Artem S. Uglovskiy[1], Irina M. Sotskaya[2], Elena V. Sheshunova[3]
[1, 2, 3]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-5678-4786
[2]i.sockaya@yarcx.ru
[3]e.sheshunova@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-7805-5656

Abstract. The article presents the filter with polymer elements developed by the authors, having a microcontroller system that controls the output frequency of the ultrasonic generator and feeds the blocks of sandwich transducers. The frequency of mechanical resonance of the oscillating system depends on many parameters and varies during operation. Over time, the filter elements become clogged, losing the efficiency of oil cleaning. Therefore, the filter elements are replaced with new ones. To ensure high efficiency the filter cleaning frequency must be constantly monitored and tuned to the resonant frequency. The use of a microcontroller system will allow you to control the ultrasonic transducer by sending pulse packets at a frequency of 30 kHz, a HC-SR04 ultrasound sensor is used for feedback. This sensor is necessary to monitor the transmission of ultrasonic vibrations by the transducer. In the calculations given by the ultrasonic oscillation transducer, the resonance frequency will be 35.5 kHz, which is commensurate with the pulse transmission frequency of the microcontroller.

Keywords: *resonance, ultrasonic transducer, cavitation, frequency*

Введение. Ультразвуковая очистка – это процесс, при котором ультразвуковые волны в диапазоне от 20 до 80 кГц используются в соответствующем водном чистящем растворителе для очистки предметов. Ультразвуковые очистители применяются для точной очистки многих типов объектов, таких как топливные форсунки автомобилей, музыкальные инструменты, линзы, оптические де-

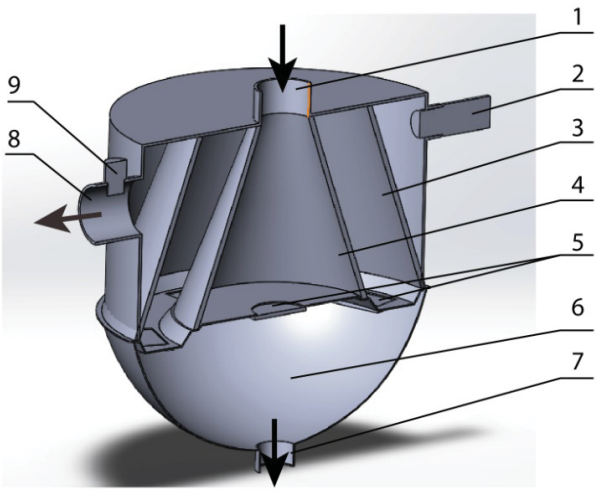
тали, часы, хирургические инструменты, зубные имплантаты, ювелирные изделия, промышленные детали и электронные детали. При ультразвуковой очистке преобразователи излучают ультразвуковые волны высокого давления в водную среду, что создаёт кавитационные пузырьки. Эти пузырьки оказывают сильное воздействие на загрязняющие вещества, которые прилипают к таким поверхностям, как металлы, керамика, стекло, пластик и резина. У них есть способность проникать в глухие отверстия, трещины. Цель состоит в том, чтобы тщательно удалить все следы загрязнения, плотно прилипшие к твёрдым поверхностям.

Ряд исследователей изучают процесс ультразвуковой очистки работающих фильтров с их снятием с двигателя [1; 2]. В данной работе проектируется способ очистки без снятия фильтра [3; 4].

Ультразвуковые волны высокого давления, используемые в предлагаемой работе, будут создавать сильное воздействие нежелательных прилипающих веществ к твёрдым поверхностям. Волны высокого давления имеют возможность получить доступ к глухим отверстиям.

Преобразователь является важным оборудованием для создания вибрации от ультразвуковой волны. Кавитация возникает в жидкости при прохождении ультразвуковой волны через жидкую среду в процессе очистки.

Одним из авторов статьи совместно с другими исследователями [5] разработан фильтр с полимерными фильтрующими элементами не только для очистки масел, но и любых жидкостей и нефтепродуктов. Устройство фильтра приведено на рисунке 1.



1 – ввод масла; 2 – ультразвуковой излучатель; 3 – первая стенка фильтрующего элемента; 4 – вторая стенка фильтрующего элемента; 5 – клапаны сброса загрязнений; 6 – ёмкость для хранения отложений и загрязнений; 7 – трубка вывода загрязнений; 8 – выход чистого масла; 9 – датчик давления.

Рисунок 1 – 3D-модель фильтра

Представленный на рисунке 1 фильтр работает следующим образом. Масло поступает на очистку через канал 1, попадает в расширяющуюся полость и проходит через первый фильтрующий элемент 4, затем попадает в следующую полость и проходит через второй фильтрующий элемент 3. Чистое масло выходит через канал 8. По мере загрязнения фильтрующих элементов 3 и 4 давление падает в трубке 8, что фиксирует датчик давления 9, включается ультразвуковой излучатель 2, очищая поверхность фильтрующих элементов 3 и 4. Открываются клапаны 5 для сброса отложений, которые перемещаются за счёт силы тяжести в полость 6. Отложения выводятся через штуцер 7 при проведении технического обслуживания. Двигатель может некоторое время работать с отложениями, находящимися в полости 6, поскольку эта полость изолирована от полостей очистки клапанами 5.

Материалы и методы исследований. Для исследования микроконтроллерной системы очистки ультразвуком были использованы программы NI Multisim и Proteus. С помощью данных приложений проектировались электронные схемы, и в ходе моделирования определялась рабочая частота ультразвукового генератора.

Результаты исследований. Ультразвуковая система очистки включает в себя: ультразвуковой генератор (PZT-4), ультразвуковые датчики. Ультразвуковой преобразователь PZT-4 типа «сэндвич» является пьезоэлектрическим керамическим преобразователем, который преобразует высокочастотные синусоидальные сигналы напряжения в высокочастотные механические вибрационные сигналы. Данный преобразователь может быть установлен на стенке фильтра (рис. 1, позиция 2). Высокочастотные механические вибрационные сигналы передаются через фильтр и действуют на чистящую среду. Характеристики ультразвукового преобразователя PZT-4 показаны в таблице 1. Рабочая частота данного преобразователя составляет 28 кГц, что подходит для большинства случаев очистки масел, мощность 120 Вт. Для управления данным преобразователем необходим мостовой инвертор на полевых транзисторах.

Пьезоэлектрические преобразователи, установленные с фильтром очистки, приводятся в действие генератором, возбуждающем ультразвуковые волны, которые проходят через жидкость и достигают фильтрующего элемента. Система ультразвуковой очистки изображена на рисунке 2.

На рисунке 2 вторичная обмотка трансформатора T1 усиливает напряжение транзисторов Q1 и

Таблица 1 – Характеристики ультразвукового преобразователя PZT-4

Модель	Частота, кГц	Ёмкость, пФ	Резонансное сопротивление, Ом	Высота, мм	Мощность, Вт	Сопротивление изоляции, МОм (2500 В – постоянный ток)
OKS-8UCT-5028	28 ± 0,5	7200 ± 10%	≤ 20 Ом	67–68	120	≥ 100

Q2. Обмотка трансформатора T2 выступает в качестве помехоподавляющего фильтра. Согласующая катушка индуктивности (L1) подключена непосредственно к ультразвуковому преобразователю колебаний [6–9].

Выходная частота ультразвукового генератора должна быть равна частоте механического резонанса преобразователя PZT-4. Эта механическая резонансная частота зависит от многих параметров, таких как пьезоэлектрический материал, температура, время, объём жидкости и поверхность очищаемых элементов. В случае несоответствия механической резонансной частоты преобразователя и генератора, система управления с обратной связью должна изменить выходную частоту и настроить инвертор на механическую резонансную частоту преобразователей. Схема генератора изображена на рисунке 3.

Блок-схема, показанная на рисунке 3, состоит из:

1) преобразователя переменного тока в постоянный;
2) мостового инвертора;
3) блока управления с генератором частоты;
4) разделительного трансформатора и фильтра;
5) ультразвукового датчика (S);
6) ультразвукового преобразователя (PT).

Постоянное напряжение, получаемое от мостового выпрямителя, преобразуется в переменный ток с частотой ультразвукового диапазона с помощью мостового инвертора на полевых транзисторах. Выход инвертора подаётся на пьезоэлектрический преобразователь через разделительный трансформатор и соответствующий согласующий фильтр импеданса.

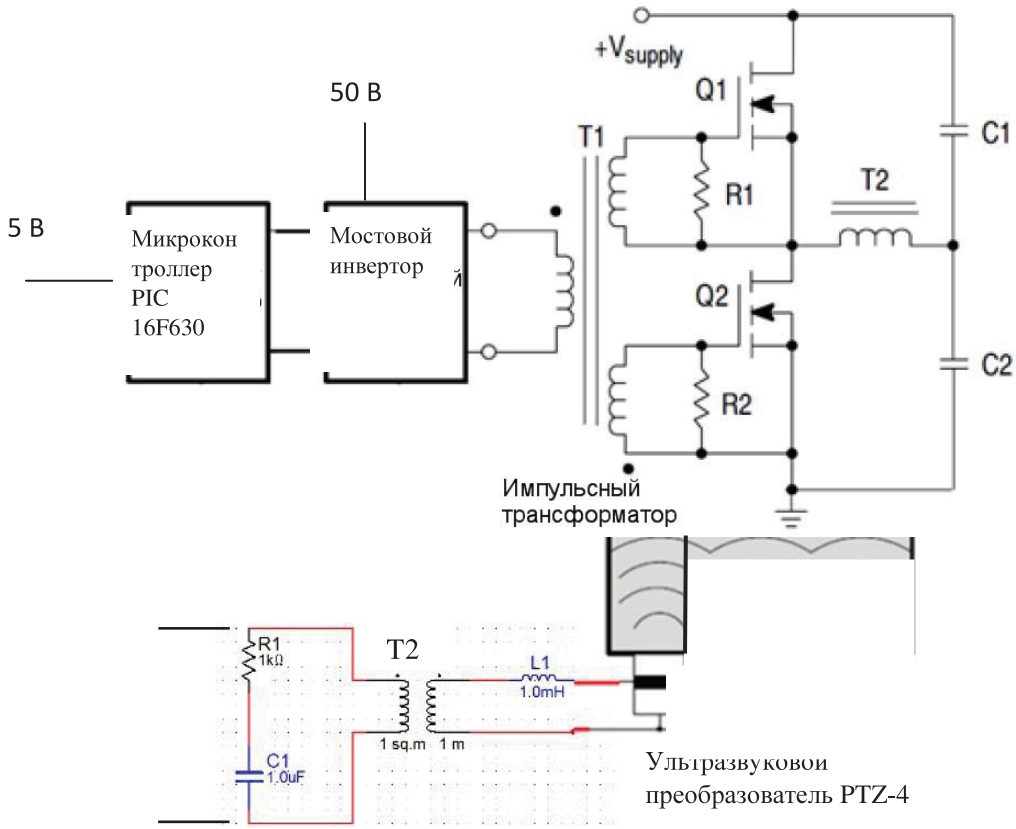


Рисунок 2 – Ультразвуковой генератор

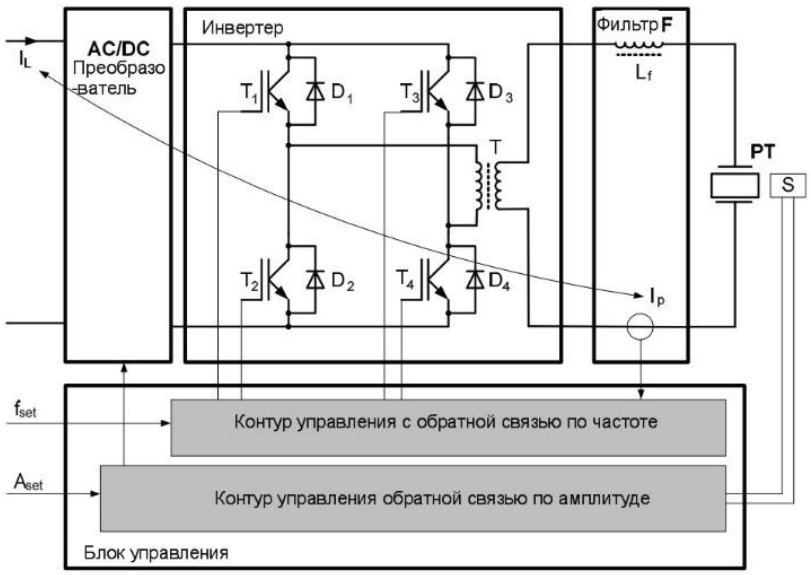


Рисунок 3 – Блок-схема ультразвукового генератора

Система очистки ультразвуковой волной включает преобразователь, схему усилителя, фильтр и жидкую среду. Преобразователь генерирует вибрацию от ультразвуковой волны. Вибрация передаётся на всё, что находится в фильтре. Некоторые загрязнители состоят из нерастворимых частиц, свободно прикреплённых и удерживаемых на месте ионными или когезионными силами, как показано на рисунке 4а. Кавитация и имплозия в результате воздействия ультразвука вытесняют и удаляют свободно удерживаемые загрязнения с поверхностей, изображенных на рисунке 4б.

Конфигурация ультразвукового очистителя показана на рисунке 5. ШИМ-сигнал (цифровой) генерируется микроконтроллером PIC на резонансной частоте 30 кГц для ультразвукового преобразователя. Он подаётся в мостовой инвертор для управления ультразвуковым преобразователем. Основным оборудованием для генерации ультразвуковой волны является ультразвуковой преобразователь. Ультразвуковой преобразователь преобразует электрическую энергию в акустическую.

Электрическая энергия на ультразвуковой частоте подаётся на пьезоэлектрический элемент (элементы) преобразователя за счёт вибрации. Эти колебания усиливаются резонансными массами преобразователя и направляются в жидкость через излучающую пластину.

Микроконтроллер имеет 6 выводов порта С, показанных на рисунке 5.

Два вывода RC0, RC1 задействованы под подключение ультразвукового датчика, а остальные подключаются к транзисторам мостового инвертора.

Данное решение позволит управлять ультразвуковым преобразователем с помощью микроконтроллера PIC 16F630, отправляя пакеты импульсов

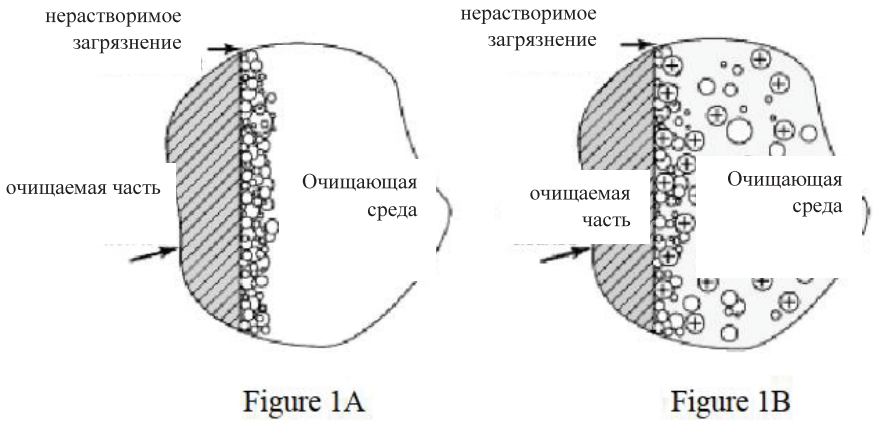


Рисунок 4 – Ультразвуковая очистка методом растворения

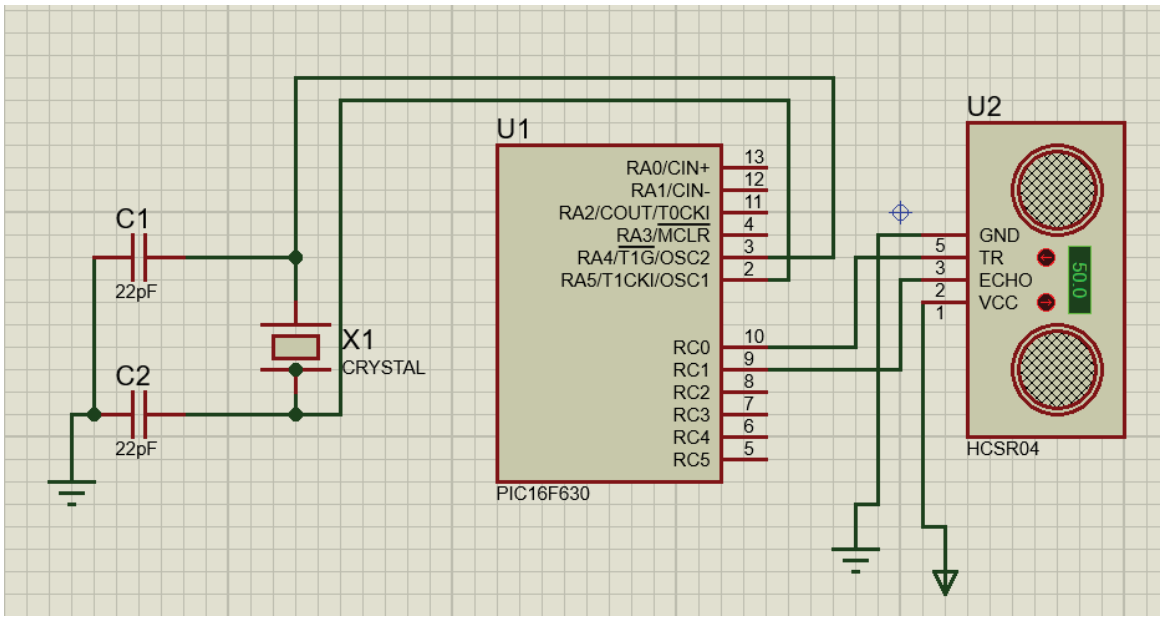


Рисунок 5 – Подключение микроконтроллера PIC 16F630 к ультразвуковому датчику и мостовому инвертору

с частотой 30 кГц. Датчик ультразвука HC-SR04 необходим для контроля передачи преобразователем ультразвуковых колебаний.

Микроконтроллер работает напрямую со схемой усилителя (рис. 6) и схемой мостового инвертора, отправляя сигналы на полевые транзисторы IRFP451 (рис. 7).

Переменные, которые устанавливаются при получении данных ультразвуковой очистки, представляют собой время и частоту. Частота регулируется с помощью микроконтроллера в качестве входной частоты ультразвукового генератора.

Ультразвуковой генератор выдаёт выходную частоту 28 кГц и напряжение 0–5 В. Время работы ультразвукового очистителя регулируется клавиатурой 4x4. Связь вибрации с частотой получается путём анализа колебаний, возникающих в пьезоэлектрическом генераторе при частотном регулировании ультразвука.

Для обеспечения максимальной эффективности пьезоэлектрических преобразователей частота генератора должна быть равна частоте механического резонанса преобразователя. Эта частота не является постоянной и варьирует в зависимости от многих условий.

Для управления ультразвуковым преобразователем с его механической резонансной частотой используется система обратной связи, которая измеряет разность фаз между фазой тока преобразователя и напряжением. При резонансе разность фаз должна быть равна нулю.

Микроконтроллер используется для генерации сигнала с помощью встроенного генератора с числовым программным управлением. Генератор с числовым программным управлением непрерывно отслеживает фазу и соответствующим образом регулирует частоту.

Резонансная частота LC-фильтра рассчитывается по приведённой ниже формуле [10]:

$$f_s = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L_1 C_1}}. \quad (1)$$

C_1 – эффективная ёмкость ультразвукового преобразователя;

L_1 – внешняя катушка индуктивности, включённая в последовательную цепь;

f_s – резонансная частота.

Ультразвуковая очистка представляет собой применение ультразвука высокой интенсивности, которая требует полуволновые преобразователи. Для применения в ультразвуковой очистке требуются резонансные частоты в диапазоне от 18 кГц до 45 кГц. Скорость звука в керамике PZT-4 составляет примерно 3200 м/с.

Половина длины волны преобразователя PZT4 будет варьироваться от 3,5 до 9 см. Резонансная частота будет равна f=V/λ=35,5 кГц, где V – скорость; f – резонансная частота; λ – длина волны.

Выводы. Предлагаемые авторами схемы ультразвукового генератора фильтра позволят повысить качество очистки масел, жидкостей и нефтепродуктов. Во время очистки жидкие загрязнения и мутность фильтрующих элементов являются важным фактором, определяющим время процесса очистки. Авторы статьи предлагают процесс очистки выполнять за счёт ультразвукового преобразователя в связке с ми-

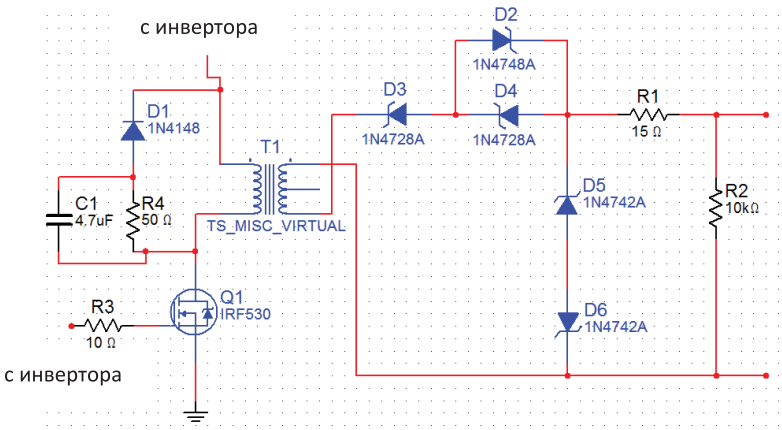


Рисунок 6 – Схема усилителя

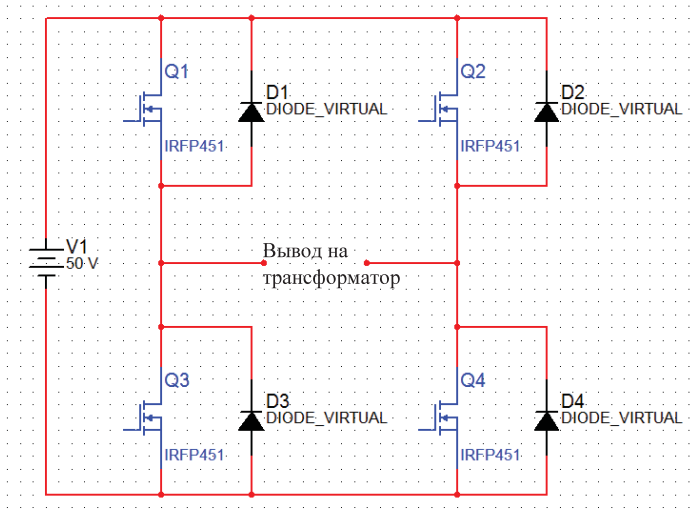


Рисунок 7 – Мостовой инвертор на полевых транзисторах

кроконтроллером PIC 16F630, рабочая частота которого составляла 30 кГц. Для обратной связи системы был применён датчик ультразвука HC-SR04, который необходим для контроля передачи преобразователем ультразвуковых колебаний.

Список источников

1. Петрик Д. Ю., Корнеев В. М., Петрик В. Ю. Интенсификация процесса очистки деталей в погружных моечных машинах // Агроинженерия. 2022. Т. 24, № 5. С. 73–77. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-73-77.

2. Петрик Д. Ю., Корнеев В. М., Петрик В. Ю. Определение оптимальных технологических параметров процесса очистки деталей в погружных моечных машинах // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 4. С. 81–84. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-4-81-84.

3. Соцкая И. М., Орлов П. С. Повышение ресурса работы фильтра для очистки жидкостей // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 3 (39). С. 84–87. ISSN 1998-1635.

4. Орлов П. С., Соцкая И. М., Адакин Р. Д. Разработка программного обеспечения для управления процессом очистки отложений с поверхностей многоразового фильтра из синтетического полимерного материала ультразвуком // Автоматизация. Современные технологии. 2020. Т. 74, № 7. С. 300–303. ISSN 0869-4931.

5. Пат. № 154484 Российская Федерация, МПК B01Д 29/11 (2006.01). Фильтр для очистки жидкостей // Орлов П. С., Соцкая И. М., Казакова А. Н., Мухарьямов М. В. ; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2014150714/05 ; заявл. 15.12.2014 ; опубл. 27.08.2015, Бюл. № 24. 2 с.

6. Kifune H., Hatanaka Y., Nakaoka M. Cost effective phase shifted pulse modulation soft switching high frequency inverter for induction heating applications // IEE Proceedings – Electric Power Applications. 2004, Vol. 151, Is. 1. P. 19–25. DOI 10.1049/ip-epa:20040085.

7. Fujita H., Akagi H. Control and Performance of a Pulse-Density-Modulated Series-Resonant Inverter for Corona Discharge Processes // IEEE Transactions on Industry Applications. 1999, Vol. 35. P. 621–627.

8. Berlincourt D. Piezoelectric crystals and ceramics. In: Mattiat O.E., editor. Ultrasonic Transducer Materials. Plenum Press; New York, NY, USA: 1971. pp. 63–124.

9. Алехин В.А. Микроконтроллеры PIC: основы программирования и моделирования в интерактивных средах MPLAB IDE, mikroC, TINA, Proteus. Практикум. М. : ГЛТ, 2016. 248 с.

10. Дьяконов В. П. Генерация и генераторы сигналов. М. : ДМК Пресс, 2009. 384 с. ISBN 978-5-94074-493-1.

References

1. Petrik D. Yu., Korneev V. M., Petrik V. Yu. Intensifikaciya processa ochistki detalej v pogruzhnyh moechnyh mashinah // Agroinzheneriya. 2022. T. 24, № 5. S. 73–77. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-5-73-77.

2. Petrik D. Yu., Korneev V. M., Petrik V. Yu. Opredelenie optimal'nyh tekhnologicheskih parametrov processa ochistki detalej v pogruzhnyh moechnyh mashinah // Agroinzheneriya. 2023. T. 25, № 4. S. 81–84. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-4-81-84.

3. Sotskaya I. M., Orlov P. S. Povyshenie resursa raboty fil'tra dlya ochistki zhidkostej // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2017. № 3 (39). S. 84–87. ISSN 1998-1635.

4. Orlov P. S., Sotskaya I. M., Adakin R. D. Razrabotka programmnogo obespecheniya dlya upravleniya processom ochistki otlozhenij s poverhnostej mnogorazovogo fil'tra iz sinteticheskogo polimernogo materiala ul'trazvukom // Avtomatizaciya. Sovremennye tekhnologii. 2020. T. 74, № 7. S. 300–303. ISSN 0869-4931.

5. Pat. № 154484 Rossijskaya Federaciya, MPK V01D 29/11 (2006.01). Fil'tr dlya ochistki zhidkostej // Orlov P. S., Sockaya I. M., Kazakova A. N., Mukhar'yamov M. V. ; patentoobladatel' FGBOU VPO «YAroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya». № 2014150714/05 ; zayavl. 15.12.2014 ; opubl. 27.08.2015, Byul. № 24. 2 s.

6. Kifune H., Hatanaka Y., Nakaoka M. Cost effective phase shifted pulse modulation soft switching high frequency inverter for induction heating applications // IEE Proceedings – Electric Power Applications. 2004, Vol. 151, Is. 1. P. 19–25. DOI 10.1049/ip-epa:20040085.

7. Fujita H., Akagi H. Control and Performance of a Pulse-Density-Modulated Series-Resonant Inverter for Corona Discharge Processes // IEEE Transactions on Industry Applications. 1999, Vol. 35. P. 621–627.

8. Berlincourt D. Piezoelectric crystals and ceramics. In: Mattiat O.E., editor. Ultrasonic Transducer Materials. Plenum Press; New York, NY, USA: 1971. pp. 63–124.

9. Alekhin V. A. PIC microcontrollers: basic programming and simulation interactive environments MPLAB IDE, mikroC, TINA, Proteus. Workshop. M. : GLT, 2016. 248 p.

10. D'yakonov V. P. Generaciya i generatory signalov. M. : DMK Press, 2009. 384 s. ISBN 978-5-94074-493-1.

Сведения об авторах

Артем Сергеевич Угловский – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 3717-5731.

Ирина Марковна Соцкая – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 9559-1004.

Елена Владимировна Шешунова – кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 4860-1126.

Information about the authors

Artem S. Uglovsky – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 3717-5731.

Irina M. Sotskaya – Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of the Department of Technical Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 9559-1004.

Elena V. Sheshunova – Candidate of Technical Sciences, Docent, Dean of the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 4860-1126.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

G
GH, 49
T
TG, 49
А
Аэрофотосъёмка, 98
Б
Болезни обмена веществ, 42
Быки-производители, 27
В
Витаминный препарат, 37
Возделывание конопли, 78
Вращающий момент, 91
Г
Ген миостатина, 65
Ген соматотропина, 49
Ген тиреоглобулина, 49
Генофонд, 27
Гены, 42
Голштинская порода, 60
Д
Дикий северный олень, 5
Дистанционность, 65
Длиннейшая мышца спины, 21
Домашний северный олень, 5
Дочери быков, 60
З
Зерно, 91
И
Инвентаризация, 27
Искусственный интеллект в сельском хозяйстве, 98
К
Кавитация, 105
Каппа-казеин, 60
Качество яиц, 37
Кобылы, 65
Комбинированный агрегат обработки почвы и посева, 85
Комплексные генотипы, 49
Коноплеводство, 78
Коровы, 27, 49
Костромская порода, 27
Крупный рогатый скот, 42
Куры-несушки, 37
М
Маркерная селекция, 42
Машинное зрение, 98
Механизация, 78
Молочная продуктивность, 49, 60
Мониторинг полей, 98
Мощность, 91
Мука, 70
Н
Наружный диаметр, 85
Небезударное попадание, 85
О
Обучение нейросетей, 98
Оленеводство, 5
Оптимальное размещение семян в почве, 85
Отечественная порода, 27
П
Перфорированная труба, 85
Пищевая и энергетическая ценность, 21
Племенные хозяйства, 27
Показатели качества, 70
Полиморфизм, 65
Помеси с голштинами, 21
Популяция, 5
Продуктивность, 27, 37
Птицеводство, 37
Р
Развитая схема, 70
Разметка изображения, 98
Резонанс, 105
С
Система машин, 78
Скаковая карьера, 65
Скотоводство, 21, 60
Сортовой помол, 70
Состояние ресурсов, 5
Сохранение, 27
Сушка зерна, 91
Т
Таймыр, 5
Тёлки, 21
Техническая конопля, 78
Тритикале, 70
Туша, 21
У
Ультразвуковой преобразователь, 105
Универсальная полуавтоматическая роторная сушилка, 91
Устройство размещения семян, 85
Ч
Частота, 105
Чёрно-пёстрая порода, 21, 49
Чистокровная верховая порода, 65

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК АПК ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ»

Для издания в журнале «Вестник АПК Верхневолжья» принимаются только ранее не опубликованные автором (авторами) материалы.

1. Автор статьи предоставляет рукопись, оформленную согласно требованиям, заверенную собственной подписью.
2. Если статья соответствует тематике журнала и требованиям к оформлению, она направляется на рецензирование специалисту с целью экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.
3. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статей.
4. В рецензии освещаются следующие вопросы:
- соответствие содержания статьи заявленной в названии теме;
- актуальность и соответствие современным достижениям науки;
- доступность читателям с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул;
- целесообразность публикации статьи с учётом ранее вышедших в свет публикаций;
- в чём конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором.

Рецензент рекомендует, рекомендует с учётом исправления отмеченных недостатков или не рекомендует статью к публикации.

5. Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.
6. Рецензирование проводится конфиденциально. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.
7. Наличие положительной/отрицательной рецензии не является достаточным основанием для публикации / отказа в публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией журнала и фиксируется в протоколе заседания редколлегии. Порядок и очерёдность публикации статьи определяются в зависимости от объёма публикуемых материалов и перечня рубрик в каждом конкретном номере журнала.
8. После принятия редколлегией решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации. Текст рецензии по запросу направляется автору по электронной почте.
9. Оригиналы рецензий хранятся в редакции в течение пяти лет.
10. Не допускаются к публикации:
- статьи, не оформленные должным образом, авторы которых отказываются от технической доработки статей;
- статьи, авторы которых не отвечают на замечания рецензента.

Индекс журнала: 80759

Журнал рассылается только по подписке, в розничную продажу не поступает

The journal is sent only on subscription, not on sale