

Вестник
АПК
Верхневолжская



В НОМЕРЕ

*Эффективность
биоинсектицидов
на овощных культурах*

*Минеральный состав молока
коров как сырья для
продуктов питания
спортивного назначения*

*Полиморфизм гена CAPN1
и взаимосвязь
с продуктивными
качествами животных
у крупного рогатого скота*

*Молочная продуктивность
и срок продуктивного
использования коров
костромской породы
в племязаводе «Каразавео»
Костромской области*

*Математическое
планирование и обработка
эксперимента с икрой
ленского осетра в аппарате
Вейса при наложении
на колбу с электродами
электростатического поля*





**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК АПК ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ»
включён 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 (Перечень ВАК)**

№ п/п	Наименование издания	ISSN	Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени	Дата включения издания в Перечень
358.	Вестник АПК Верхневолжья	1998-1635	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)	с 01.02.2022
			1.5.20. Биологические ресурсы (биологические науки) 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки) 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (ветеринарные науки) 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки) 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки) 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки) 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)	с 29.03.2023
			4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки)	с 11.12.2023

Ссылка на Перечень ВАК (по состоянию на 22.03.2024 года)
<https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=22243>



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 Тимергалиевна – доктор биологических наук, профессор (Москва, Россия)

Миринова 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)

Сквородин 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: 28 марта 2024 г.

Дата выхода в свет 29.03.2024 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.

**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)

Gavrachenko 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 Gameraovna – 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)

Slynkova 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 staff:

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: 28.03.2024. **Printed:** 29.03.2024

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 be 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

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- А. Н. Сорокин, С. В. Болнова, Т. В. Головкова, Ю. В. Панкратов** Эффективность биоинсектицидов на овощных культурах5
С. С. Иванова, И. М. Соколов, А. М. Труфанов Продуктивность кормовых трав в зависимости от технологий возделывания в Нечернозёмной зоне13
С. В. Железова, А. И. Беленков, А. В. Мельников, Н. Н. Лазарев Влияние прямого посева на развитие покровных культур и клевера в Центральном районе Нечернозёмной зоны РФ21
Г. М. Фейзуллаев Засорённость посевов мягкой пшеницы сорта Гобустан на фоне предшественника, обработки почвы и условий питания в условиях засушливой богары30

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

- А. В. Давыдов, Е. В. Кириллин, И. М. Охлопков, Н. А. Моргунов, М. К. Чугреев, И. С. Ткачева** Северные олени тундровой зоны Якутии35

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

- Х. Х. Тагиров, Л. А. Зубаирова, И. Ф. Вагапов, Р. А. Гайсина** Мясная продуктивность и качество мяса сверхремонтного молодняка при использовании новых кормовых добавок49
С. С. Жаймышева, В. И. Косилов, Т. Г. Герасимова, Л. Н. Бакаева Эффективность использования энергии питательных веществ рациона чистопородными и помесными бычками55
В. И. Косилов, И. В. Миронова, Г. М. Долженкова, Э. Т. Ахмадуллина, А. Р. Салихов, О. В. Алексеев Влияние генотипа баранчиков на белковый обмен в организме62
О. В. Крупина, Р. М. Хабибуллин, И. В. Миронова, И. М. Хабибуллин, Ю. Н. Чернышенко Минеральный состав молока коров как сырья для продуктов питания спортивного назначения68
М. В. Степанова, М. О. Логинова, З. С. Хуштов Особенности накопления микро- и макроэлементов в конском волосе в зависимости от рациона кормления лошадей74
Н. Г. Ярлыков, С. В. Соловьева, М. И. Орлова Показатели качества силоса в АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области82

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И BIOTEХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

- Н. В. Чимидова, Л. Г. Моисейкина, А. В. Убушиева, В. С. Убушиева, А. И. Хахлинов** Полиморфизм гена CAPN1 и взаимосвязь с продуктивными качествами животных у крупного рогатого скота90
Н. С. Баранова, А. А. Королев, Д. С. Казаков Молочная продуктивность и срок продуктивного использования коров костромской породы в племзаводе «Караваяево» Костромской области96
О. М. Мухтарова Воспроизводительные особенности первотёлок при внутрилинейном подборе в разных климатических поясах Российской Федерации103
Г. В. Мкртчян, Ф. Р. Бакай Характер изменения связи между продуктивными признаками коров-дочерей и коров-матерей с разным уровнем белковомолочности108

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- В. А. Николаев** Определение параметров отверстий в цилиндрах полуавтоматической роторной сушилки113

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- В. В. Шмигель, В. В. Жолудева, А. Д. Кутина** Математическое планирование и обработка эксперимента с икрой ленского осетра в аппарате Вейса при наложении на колбу с электродами электростатического поля119
А. С. Угловский, Н. Ю. Семеренко Компьютерное моделирование системы управления четырёхколёсным мобильным роботом в пакете Simulink128

НАУКА ПРОИЗВОДСТВУ

- А. В. Маклахов, Г. А. Симонов, В. В. Приятелев, Е. А. Марценюк** Сельское хозяйство – основополагающая отрасль Вологодского региона136

- Предметный указатель142

CONTENTS

FARMING AND CROP PRODUCTION

- A. N. Sorokin, S. V. Bolnova, T. V. Golovkova, Yu. V. Pankratov** The Effectiveness of Bioinsecticides on Vegetable Crops5
- S. S. Ivanova, I. M. Sokolov, A. M. Trufanov** Productivity of Forage Grasses Depending on Cultivation Technologies in the Non-Chernozem Zone13
- S. V. Zhelezova, A. I. Belenkov, A. V. Melnikov, N. N. Lazarev** The Influence of Direct Seeding on the Development of Cover Crops and Clover in the Central Region of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation21
- H. M. Feyzullayev** Weed Infestation of Soft Wheat Crops of the Variety Gobustan against the Background of the Predecessor, Tillage and Nutritional Conditions in Dry Farming Conditions30

BIOLOGICAL RESOURCES

- A. V. Davydov, E. V. Kirillin, I. M. Okhlopkov, N. A. Morgunov, M. K. Chugreev, I. S. Tkacheva** Reindeer of the Tundra Zone of Yakutia35

VETERINARY SCIENCE AND ZOOTECHNICS

- Kh. Kh. Tagirov, L. A. Zubairova, I. F. Vagapov, R. A. Gaysina** Meat Productivity and Meat Quality of Herd Replacements using New Feed Additives49
- S. S. Zhaymysheva, V. I. Kosilov, T. G. Gerasimova, L. N. Bakaeva** Energy Use Efficiency of Dietary Nutrients by purebred and Mixed Bred Bull Calves55
- V. I. Kosilov, I. V. Mironova, G. M. Dolzhenkova, E. T. Akhmadullina, A. R. Salikhov, O. V. Alekseev** The effect of the Lamb Genotype on Protein Metabolism in the Body62
- O. V. Krupina, R. M. Khabibullin, I. V. Mironova, I. M. Khabibullin, Yu. N. Chernyshenko** The Mineral Composition of Cows' Milk as a Raw Material for Food Products for Sports Purposes68
- M. V. Stepanova, M. O. Loginova, Z. S. Khushtov** Peculiarities of Accumulation of Micro- and Macronutrients in Horse Hair depending on the Feeding Ration of Horses74
- N. G. Yarlykov, S. V. Solovyeva, M. I. Orlova** Silage Quality Indicators of AO «Plemzavod Yaroslavka» of the Yaroslavl Region82

BREEDING, SELECTION, GENETICS AND BIOTECHNOLOGY OF ANIMALS

- N. V. Chimidova, L. G. Moiseykina, A. V. Ubushieva, V. S. Ubushieva, A. I. Khakhlinov** Polymorphism of the CAPN1 Gene and the Relationship with the Productive Qualities of Animals in Cattle90
- N. S. Baranova, A. A. Korolev, D. S. Kazakov** Milk Producing Ability and the Productive Use Period of Kostroma Breed Cows in the «Karavaevo» Breeding Plant of the Kostroma Region96
- O. M. Mukhtarova** Reproductive Features of First-Calf Heifers during Intraline Selection in Different Climatic Zones of the Russian Federation103
- G. V. Mkrtychyan, F. R. Bakay** The Nature of Change in the Relationship between Economic Traits of Daughter Cows and Mother Cows with Different Level of Protein Milking Quality108

TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

- V. A. Nikolaev** Determination of the Hole Parameters in the Cylinders of the Semi-Automatic Rotary Dryer113

ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

- V. V. Shmigel, V. V. Zholudeva, A. D. Kutina** Mathematical Planning and Processing of an Experiment with Lena Sturgeon Caviar in a Weiss Apparatus when Applied to a Flask with Electrostatic Field Electrodes119
- A. S. Uglovskiy, N. Yu. Semerenko** Computer Simulation of the Four-Wheel Mobile Robot Control System in the Simulink Package128

SCIENCE TO PRODUCTION

- A. V. Maklakhov, G. A. Simonov, V. V. Priyatelev, E. A. Martsenyuk** Agriculture is the Fundamental Industry of the Vologda Region136

- Subject index**142

Научная статья
 УДК 633.16+631.816.1
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.001

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОИНСЕКТИЦИДОВ НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ

А. Н. Сорокин¹, С. В. Болнова², Т. В. Головкова³, Ю. В. Панкратов⁴

^{1, 2, 3, 4}Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваяево, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Николаевич Сорокин, aniks44@yandex.ru

Реферат. В статье представлены результаты изучения биологических инсектицидов «Южный» и «Пижон» на овощных культурах – белокочанной капусте, луке репчатом, моркови посевной. Приведены данные по биологической и хозяйственной эффективности препаратов, урожайности и элементам её структуры в различающиеся по погодным условиям 2022 и 2023 годы. Установлено, что биологическая эффективность изучаемых биоинсектицидов проявляется разнонаправленно, в зависимости от температуры воздуха и количества осадков, вида овощных культур, особенностей сортов и гибридов, вида вредителя. Хозяйственная эффективность препаратов проявилась в некотором увеличении биологической урожайности. Наибольшей она была у препарата «Южный» на гибриде капусты Поиск 3 (37,3%) в 2023 году, луке (38,4%) – в 2022 году. Также отмечена хорошая сортовая реакция на препараты гибридов капусты Графиня в 2022 году (22,9% – при использовании препарата «Южный» и 34,1% – «Пижон») и Атлант в 2023 году (15,5% – «Пижон» и 18,4% – «Южный»). Среди всех изучаемых гибридов у Графини был наименьший процент повреждений при использовании обоих препаратов – в 1,3–2,7 раза ниже в варианте с «Пижоном» и в 1,7–2,0 раза ниже в варианте с «Южным». Оба изучаемых препарата в условиях среднесезонных значений температуры и достаточного количества осадков способствуют снижению численности крестоцветной блошки ниже уровня экономического порога вредоносности в течение 5–7 дней, высокоэффективны против капустной и репной белянки (уменьшают их численность в 2,5–3,0 раза), снижают повреждённость луковой мухой в 2,1 раза по препарату «Пижон» и в 2,6 раза – по препарату «Южный».

Ключевые слова: биопестициды, овощные культуры, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность, вредители овощных культур

THE EFFECTIVENESS OF BIOINSECTICIDES ON VEGETABLE CROPS

Aleksey N. Sorokin¹, Svetlana V. Bolnova², Tatyana V. Golovkova³, Yuriy V. Pankratov⁴

^{1, 2, 3, 4}Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

Author responsible for the correspondence: Aleksey N. Sorokin, aniks44@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the biological insecticides "Yuzhny" and "Pizhon" on vegetable crops – white head cabbage, onions, and garden carrot. The data on the biological and economic effectiveness of drugs, yield and elements of its structure in the different weather conditions of 2022 and 2023 are given. It has been established that the biological effectiveness of the bioinsecticides under study manifests itself in different directions, depending on the air temperature and amount of precipitation, the type of vegetable crops, the characteristics of varieties and hybrids, and the type of pest. The economic effectiveness of the drugs was manifested in a slight increase in biological yield. It was highest for the "Yuzhny" drug on the cabbage hybrid Poisk 3 (37.3%) in 2023, onions (38.4%) in 2022. A good varietal response to preparations on cabbage hybrid Grafinya in 2022 (22.9% when using the drug "Yuzhny" and 34.1% – "Pizhon") and Atlant in 2023 (15.5% – "Pizhon" and 18.4% – "Yuzhny") was also noted. Among all the hybrids under study Grafinya had the lowest percentage of damage for both drugs – 1.3–2.7 times lower in the variant with "Pizhon" and 1.7–2.0 times lower in the variant with "Yuzhny". Both studied drugs under conditions of long-term average temperatures and sufficient precipitation, contribute to a decrease in the number of flea beetles

below the level of the economic threshold of harmfulness within 5–7 days are highly effective against cabbage butterfly (reduce their number by 2.5–3.0 times), reduce damage by bulb fly by 2.1 times for the drug "Pizhon" and 2.6 times for the drug "Yuzhny".

Keywords: biopesticides, vegetable crops, biological effectiveness, economic effectiveness, vegetable pests

Введение. Методы биологической защиты растений применяются во всём мире достаточно давно, и уже не один десяток лет одновременно обсуждается опасность химических пестицидов для окружающей среды, в связи с чем всё большую популярность приобретают биопестициды, в том числе для борьбы с насекомыми-вредителями.

Считается, что переход на биологические методы защиты является одним из наиболее прогрессивных путей развития сельского хозяйства и устойчивым мировым трендом, в том числе в условиях набирающей популярность органического земледелия и экологизации защиты растений [1; 2; 3; 4]. Одним из направлений в биологической защите растений является профилактическое применение инсектицидов до начала повреждения культуры вредным организмом (для недопущения повреждений вредителями), обработка при обнаружении вредящей фазы и оценка биологической и хозяйственной эффективности их применения. Имеющиеся на рынке инсектициды такого характера действия являются преимущественно синтетическими (химическими), что накладывает определённые ограничения на использование в личных подсобных хозяйствах населения либо в условиях органического земледелия [5; 6]. Поэтому новые биопестициды создаются всё активнее [2], и их доля на мировом рынке средств защиты растений близка к 10%, а мировые объёмы продаж ежегодно растут на 15–20%. Эффект от применения биопестицидов выражается в сокращении затрат на использование химических инсектицидов и получении более безопасной в экологическом плане продукции, поскольку они не вызывают побочных эффектов и не накапливаются в продукции [3; 4].

Несмотря на относительно большое число исследований биопестицидов [7], в настоящее время их ассортимент пока ещё ограничен и представлен в основном микробиологическими препаратами. В России из ежегодно продающихся 1,5 тыс. т готовых биопестицидов около 80% составляют биофунгициды. В последние годы продолжают исследования по разработке биоинсектицидов на основе использования природного растительного сырья, обладающего репеллентным действием в отношении насекомых и клещей [3; 7]. Таким образом, тема биопестицидов в России требует внимания, в том числе на научном и государственном уровне [5].

Актуальность темы состоит в изучении эффективности применения новых биоинсектицидов на основных овощных культурах, используемых в ЛПХ и сельскохозяйственном производстве.

Научная новизна состоит в том, что впервые в условиях Костромской области проведена оценка эффективности применения новых биопестицидов на овощных культурах открытого грунта.

Цель исследований – выявить влияние биологических пестицидов «Южный» и «Пижон» на рост, развитие, формирование урожайности и заражённость вредителями овощных культур открытого грунта в условиях Костромской области (капуста белокочанная, лук репчатый, морковь посевная).

Задачи:

1. Провести фитосанитарную диагностику вредителей овощных культур в опытах (определение видового состава и распространения).

2. Определить биологическую эффективность биоинсектицидов (выраженную показателями гибели или снижения численности вредных организмов, или степени повреждения ими защищаемых растений).

3. Определить хозяйственную эффективность биоинсектицидов (выраженную показателями количества и качества сохранённой сельскохозяйственной продукции – урожайности и элементы её структуры; определяется как прибавка урожайности по отношению к контролю).

Материал и методы исследования. Исследования проводили на следующих культурах, сортах и гибридах: капуста белокочанная (Атлант F₁, Зимовка F₁, Графиня F₁, Поиск 3 (Констанция) F₁, Поиск 6 (Кавказ) F₁); лук репчатый (Штутгартен Ризен); морковь (Королева осени). В качестве предмета исследований изучали биологические инсектициды «Пижон» [8] и «Южный» [9].

Закладку полевых опытов проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, которое находится в южном, наиболее тёплом агроклиматическом районе Костромской области.

Почва места проведения опытов – питомника растительных ресурсов опытного поля – типична для Костромской области: дерново-подзолистая легкосуглинистая, средней степени окультуренности. Агрохимическая характеристика пахотного слоя (по данным 2022 г.) следующая: содержание органического вещества 2,7%, рН 5,8, содержание P₂O₅ 244 мг/кг, K₂O 101 мг/кг, сумма обмен-

ных оснований 5,4 мг/экв., степень насыщенности основаниями 84%.

Агротехника в опытах была общепринятой для Костромской области.

Предшественник капусты – картофель. Обработка почвы под капусту включала зяблевую вспашку, закрытие влаги и фрезерование. Уход за посадками включал 3 междурядные культивации. Предшественник лука – капуста. Агротехника такая же, как для капусты. Предшественник моркови – свёкла столовая, агротехника общепринятая для Костромской области.

Средняя температура вегетационного периода 2022 года была 15,2°C, 2023 года – 15,3°C. В вегетационный период 2022 года выпало 249 мм осадков, 2023 года – 281 мм.

Погодные условия 2022 года не способствовали распространению вредителей в первой половине вегетации, а в 2023 году, наоборот, в целом условия были благоприятными. В 2023 году температурный режим для действия изучаемых препаратов был благоприятным; в целом аналогичный вывод можно сделать для обоих лет исследований.

По каждой культуре ежегодно закладывался отдельный однофакторный полевой опыт в четырёхкратной повторности с систематическим расположением делянок. Площадь опыта и делянок (м²): капуста 152,9 и 4,6; лук – 50 и 3, морковь – 63 и 5,25 соответственно. Нормы расхода препаратов и рабочего раствора устанавливали согласно инструкциям по применению препаратов [8; 9]. Согласно методике [10], при определении биологической эффективности пестицидов в схему опыта включали варианты с изучаемыми препаратами и контрольный вариант (опрыскивание водой 0,5 л/м²). «Пижон» применялся в концентрации 12,5 мл препарата/0,8 л воды, расход рабочего раствора 0,5 л/м²; «Южный» – 12,5 мл/0,5 л воды, 0,5 л/м². Опрыскивание проводили до полного смачивания листьев, по 4 раза. На всех культурах концентрация препаратов одинаковая. рН воды, применяемой для приготовления рабочего раствора, находился на уровне 7,12.

Для закладки полевых опытов и проведения исследований были использованы методики Б. А. Доспехова (2011) [11], В. М. Маркова, Н. А. Тибровой (1956) [12], В. А. Зинченко (2012) [13].

Биологическую эффективность препаратов, включающую количество повреждённых растений или их частей (листьев, стеблей, корней, генеративных органов), определяли в период вегетации от момента посадки. Степень повреждений определяли по шкале оценки фитотоксического действия препаратов [14].

Хозяйственную эффективность препаратов устанавливали для выявления возможного положительного или отрицательного влияния испы-

туемых препаратов на урожай и достаточности биологической эффективности препарата для сохранения урожая.

Результаты и обсуждение. В Костромской области на изучаемых культурах наиболее распространены следующие вредители: крестоцветные блошки, капустная моль, репная белянка, морковная муха.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года не способствовали распространению вредителей в первые два месяца вегетации, поскольку погода была либо жаркой и сухой, либо прохладной или даже холодной, а в последующем они появились на всех культурах и вариантах опытов.

Так, для крестоцветных блошек, в период их массового распространения, в мае 2022 года было очень холодно, ночами отмечались заморозки, шли дожди, и вредитель практически отсутствовал на изучаемых культурах в начале вегетации по естественным причинам. В условиях 2023 года условия для распространения крестоцветной блошки были благоприятными, вредитель был отмечен в третьей декаде мая, причём его количество превысило экономический порог вредности (ЭПВ).

Капустная моль также в 2022 году массово не расселилась по причине того, что в период вылета бабочек температура была ниже минимального порога для имаго и для эмбрионального развития яиц. В 2023 году вредитель также не имел широкого распространения.

Капустная и репная белянки в 2022 году присутствовали; бабочки появились с установлением благоприятной температуры воздуха +20...+26°C. Личинки появились в начале июля и нанесли довольно значительные повреждения растениям. Однако живых вредителей на территории опыта с капустой выявлено не было, отмечено только повреждение ими растений. В 2023 году капустная белянка также отмечена с третьей декады июня.

В 2022 году, в период вылета весеннего поколения луковой мухи, в конце мая температура воздуха была ниже среднееголетних значений, а также оптимальных для неё +17...+22°C, поэтому развитие вредителя сдвинулось на более поздние сроки. Бабочки второго поколения не появились. В 2023 году температура воздуха в начале вегетации была благоприятной для развития луковой мухи, вредитель был отмечен с середины июня.

Наличие морковной мухи в 2022 году установлено только в момент уборки по наличию повреждений корнеплодов личинками.

По результатам исследований влияния изучаемых биоинсектицидов на продолжительность межфазных периодов и периода вегетации культур отмечено не было.

Показатели биологической эффективности препаратов, учитывая сложившиеся погодные условия, различались по годам и культурам (табл. 1).

Представленные в таблице 1 данные по капусте показывают наличие повреждений с учётом

новых формирующихся листьев. Снижение повреждённости в 2023 году объясняется тем, что новые листья не повреждались и оставались чистыми.

Полученные результаты на капусте показывают, в первую очередь, сортовую реакцию на препараты, а также то, что значительного их вли-

Таблица 1 – Биологическая эффективность препаратов (% повреждённых растений от общего количества и степень повреждения)

Культура, сорт, гибрид	Контроль		Препарат «Пижон»		Препарат «Южный»	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Капуста:						
Зимовка	$\frac{10-20}{\text{Сл-У}}$	$\frac{100-36}{\text{ОС-С}}$	$\frac{20-20}{\text{У-У}}$	$\frac{100-6}{\text{ОС-Сл}}$	$\frac{40-50}{\text{С-С}}$	$\frac{100-7}{\text{ОС-Сл}}$
Атлант	$\frac{30-30}{\text{С-С}}$	$\frac{100-16}{\text{ОС-У}}$	$\frac{40-40}{\text{С-С}}$	$\frac{100-5}{\text{ОС-Н}}$	$\frac{60-60}{\text{ОС}}$	$\frac{100-5}{\text{ОС-Н}}$
Графиня	$\frac{0-15}{\text{О-У}}$	–	$\frac{10-15}{\text{Сл-У}}$	–	$\frac{20-30}{\text{У-С}}$	–
Поиск 3	–	$\frac{100-35}{\text{ОС-С}}$	–	$\frac{100-6}{\text{ОС-Сл}}$	–	$\frac{100-6}{\text{ОС-Сл}}$
Поиск 6	–	$\frac{100-24}{\text{ОС-У}}$	–	$\frac{100-5}{\text{ОС-Н}}$	–	$\frac{100-7}{\text{ОС-С}}$
Лук Штутгартен Ризен	$\frac{0-1,2}{\text{О-Н}}$	$\frac{0-37}{\text{О-С}}$	$\frac{0-1,5}{\text{О-Н}}$	$\frac{0-18}{\text{О-У}}$	$\frac{0-1,7}{\text{О-Н}}$	$\frac{0-14}{\text{О-У}}$
Морковь Королева осени	$\frac{98}{\text{ОС}}$	–	$\frac{96}{\text{ОС}}$	–	$\frac{90}{\text{ОС}}$	–

Примечания: в числителе указана доля повреждённых растений (%) в начале и (через дефис) – по окончании обработок; в знаменателе буквами аналогично указана степень повреждения: О – нет повреждений, Н – незначительная, Сл – слабая, У – умеренная, С – сильная, ОС – очень сильная. Прочерк здесь и далее означает отсутствие этого гибрида (сорта) в схеме опытов.

яния на повреждённость растений в целом не отмечено. Вредители в 2022 году появились во всех вариантах опыта, причём на первую дату учёта в контроле их было даже меньше, чем в вариантах с препаратами, особенно в варианте с препаратом «Южный». Однако препарат «Пижон» способствовал ограничению распространения вредителя по гибридам Зимовка и Атлант – степень повреждения не изменилась на протяжении 20 дней. Препарат «Южный» проявил меньшую эффективность – в течение примерно половины июля повреждённость по гибридам Зимовка и Атлант оставалась на одном уровне, но с конца июля и далее степень повреждения растений в этом варианте была сильной или очень сильной и превышала остальные варианты опыта. В 2023 году начало вегетационного периода характеризовалось тёплой (на 2°С выше нормы) и сухой погодой, что способствовало массовому появлению крестоцветной блошки, и она была отмечена через 2 недели после высадки рассады в грунт практически на 100% растений в количестве до 15 экз./растение, что превысило ЭПВ. Последующий учёт, проведён-

ный через 2 дня после обработки препаратами, показал, что численность вредителя уменьшилась незначительно. Эффект от применяемых препаратов держался недолго, в течение 5–7 дней, и для поддержания численности вредителя на уровне ниже экономического порога вредоносности требовались повторные обработки. Таким образом, от крестоцветной блошки препараты защищают недостаточно.

В третьей декаде июня 2023 года начался лёт капустной белянки. ЭПВ этого вредителя составляет 3–5 гусениц на растение при заселении 10% растений. В условиях опыта 3–4 гусеницы на растении встречались только в контрольном варианте. В вариантах с применением инсектицида и биоинсектицидов гусеницы в количестве 1–2 экземпляров встречались только на единичных растениях, что свидетельствует о высокой эффективности оцениваемых препаратов против данного вредителя.

У лука по всем вариантам в 2022 году отмечена незначительная степень повреждений луковой мухой, влияния препаратов не прослеживается.

В 2023 году степень поражения в контроле была сильной, в вариантах с биоинсектицидами – умеренной.

Наличие повреждений морковной мухой в 2022 году установлено при наступлении технической спелости, в момент уборки. При этом степень повреждений была очень сильная (см. табл. 1). Такие результаты говорят о том, что фитотоксического эффекта у препаратов не отмечено, они не сработали против данного вредителя как в стадии имаго (поскольку они сумели отложить яйца), так и в стадии личинки, которые проникли в корнеплоды во всех вариантах опыта. Вероятной причиной может быть недостаточная дозировка препаратов,

либо устойчивость вредителя к их действующим веществам.

Наличие вредителей, наряду с другими факторами, оказывает непосредственное влияние на урожайность, поскольку у повреждённых растений снижается фотосинтетически активная поверхность, или они даже погибают. В то же время, входящие в состав препаратов макроэлементы (азот, фосфор, калий), соли гуминовых кислот и биологически активные вещества, положительно действуют на растения, увеличивая их продуктивность (табл. 2).

Исследуемые инсектофунгициды не оказали существенного влияния на величину биологической

Таблица 2 – Биологическая урожайность, ц/га

Культура, сорт, гибрид	Контроль		Препарат «Пижон»		Препарат «Южный»		НСР ₀₅ 2022/2023 гг.
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	
Капуста:							
Зимовка	608,2	453,4	398,3	434,5	479,9	461,9	147/139
Атлант	769,4	515,0	580,2	594,0	769,4	609,8	143/128
Графиня	465,5	–	624,6	–	572,3	–	158/–
Поиск 3	–	362,3	–	382,0	–	497,4	–/73
Поиск 6	–	382,0	–	582,6	–	471,4	–/139
Лук Штутгартен Ризен	185,3	204,0	219,3	221,6	256,5	238,9	35,4/28
Морковь Королева осени	170,0	–	180,0	–	191,0	–	–/–

урожайности капусты, которая зависела, в первую очередь, от испытываемого гибрида. По гибриду Графиня прослеживается взаимосвязь с повреждённостью растений (наименьший % повреждений соответствовал наибольшей урожайности) по препарату «Пижон». Наибольшая урожайность в оба года исследований получена у гибрида Атлант – в пределах 580–769 ц/га в 2022 г. и 515–610 ц/га – в 2023 г.

Для сравнения с химическим препаратом, в одном из опытов на капусте использовали инсектицид Децис (0,05 г / 0,5 л воды / 10 м²), по которому также нельзя выявить закономерности (превышения либо понижения) по влиянию на урожайность – если по гибридам Зимовка и Атлант он был лучше обоих биоинсектицидов, то у Поиска 3 лучшим был вариант с препаратом «Южный», а у Поиска 6 – с «Пижоном». Однако разница между вариантами была несущественной и доказана только в 2023 году по гибриду Зимовка – Децис существенно превышал все варианты опыта.

У лука в среднем за два года исследований наибольшая урожайность получена при использовании препарата «Южный», который способство-

вал существенному увеличению урожайности, по сравнению с контролем, на 53 ц/га, а относительно препарата «Пижон» превышение над контролем составило 27,2 ц/га.

Наибольшая урожайность моркови получена в варианте с препаратом «Южный» – 191 ц/га, что больше, чем в контроле, на 21 ц/га, в варианте с «Пижоном» – на 11 ц/га.

Сравнивая препараты по хозяйственной эффективности, следует отметить влияние на неё погодных условий – в 2022 году в условиях более засушливого вегетационного периода эффективность была ниже, чем в 2023 году, когда количество осадков в первой половине вегетации во время проведения обработок было немного выше. Особенно это проявилось у гибрида Атлант. Также необходимо отметить, что Децис по всем гибридам капусты, кроме Поиска 3, был несколько эффективнее биопестицидов (табл. 3).

Действие препаратов проявлялось разнонаправленно и, как отмечено выше, в зависимости от гибрида (сорта). Не отмечено хозяйственной эффективности препаратов по гибриду капусты Зимовка в оба года исследований, в то время как

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность препаратов, %

Культура, сорт, гибрид	Препарат «Пижон»		Препарат «Южный»		Препарат Децис
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г.
Капуста:					
Зимовка	Нет	Нет	Нет	1,9	34,7
Атлант	Нет	15,5	0	18,4	22,7
Графиня	34,1	–	22,9	–	–
Поиск 3	–	5,4	–	37,3	31,9
Поиск 6	–	Нет	–	Нет	Нет
Лук Штутгартен Ризен	18,3	8,6	38,4	17,1	–
Морковь Королева осени	5,9	–	12,4	–	–
В среднем по опытам	11,6	5,9	14,8	15,1	22,3

Примечание: «Нет» – показатели ниже контроля, «0» – на уровне контроля.

у инсектицида Децис она составила 34,7% в 2023 году. Препарат «Южный» был наиболее эффективным в 2023 году на гибриде Поиск 3, превысив Децис на 17%, в то время как на гибриде Поиск 6 положительного действия не выявлено вообще. Оба биоинсектицида показали себя достаточно хорошо на гибриде Графиня. Хозяйственная эффективность по луку в среднем за 2 года у препарата «Пижон» составила 13,3%, «Южный» – 27,2%. В целом, обобщая полученные результаты, можно отметить более высокую эффективность препарата «Южный».

Выводы.

1. Появление вредителей в значительной степени определялось сложившимися в данный вегетационный период погодными условиями. Наиболее благоприятным для распространения ряда вредителей – крестоцветной блошки, капустной и репной белянки, луковой мухи, которые появились согласно своему жизненному циклу, был вегетационный период 2023 года.

2. В сложившихся погодных условиях 2022 года на капусте, луке и моркови защитного действия препаратов не зафиксировано, либо оно было несущественным. В условиях 2023 года защитное действие препаратов на капусте проявлялось, но незначительно, и способствовало лишь снижению численности крестоцветной блошки до уровня ниже ЭПВ в течение 5–7 дней, после чего для ограничения численности вредителя ниже уровня ЭПВ требовались повторные обработки. В то же время, применяемые препараты снижали численность капустной белянки в 2,5–3,0 раза. На луке препараты снижали поврежденность растений луковой мухой в 2,1 («Пижон») и 2,6 («Южный») раза.

3. Хозяйственная эффективность препаратов проявилась в некотором увеличении биологической урожайности у ряда препаратов и сортов (гибридов). Так, в 2022 году по капусте гибрида Графиня прослеживается влияние препарата «Пижон», в котором были наибольшая урожайность 624,6 ц/га (на 34% больше, чем в контроле, и на 9% больше, чем у препарата «Южный») и умеренная степень повреждений. По моркови препараты способствовали повышению урожайности; наибольшая урожайность получена при обработке препаратом «Южный» (на 12,4% больше контроля и на 6% больше препарата «Пижон»). В 2023 году наибольшая урожайность капусты получена при использовании инсектицида Децис у гибридов Зимовка (611 ц/га) и Атлант (632 ц/га), но у гибрида Поиск 3 лучшим был препарат «Южный» (474 ц/га). Наибольшая хозяйственная эффективность биоинсектицидов отмечена у препарата «Южный» на гибриде капусты Поиск 3 (37,3%) в 2023 году, луке (38,4%) – в 2022 году. Также отмечена хорошая сортовая реакция на препараты гибридов капусты Графиня в 2022 году (22,9% – при использовании препарата «Южный» и 34,1% – «Пижон») и Атлант в 2023 году (15,5% – «Пижон» и 18,4% – «Южный»).

4. Результаты проведенных исследований позволяют отметить, что эффективность изучаемых биоинсектицидов проявляется разнонаправлено, в зависимости от погодных условий, вида овощных культур, особенностей сортов и гибридов, вида вредителя. Защитное действие проявляется в случае нескольких обработок, как правило, больше 4-х, а при значительной заселенности вредителем их нужно проводить каждые 5–7 дней.

Список источников

1. Щукин С. В., Труфанов А. М., Лацко-Бартошова М., Дорохова В. И. Состояние, перспективы и проблемы развития органического сельского хозяйства в Словакии и России // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 1 (49). С. 17–21. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.004. EDN DAJOZQ.
2. Агиева Г. Н., Нижегородцева Л. С., Диабанкана Р. Ж. К. [и др.] Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 4 (60). С. 5–9. DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-9. ISSN: 2073-0462. EDN ILBDIB.
3. Лаптиев А. Б. Биологические препараты в ассортименте пестицидов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем : материалы Международ. науч.-практ. конф. (Краснодар, 11–13 сентября 2018 г.). Краснодар : ИП Дедкова С.А. (типография «Гранат»), 2018. Т. 10. С. 246–250. EDN UZHFRW.
4. Берестецкий А. О. Биорациональные средства защиты растений // Защита и карантин растений. 2017. № 8. С. 9–14. ISSN 1026-8634. EDN ZDWLBC.
5. Балашов Т. В. Биопестициды в защите растений // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : материалы II Международ. науч.-практ. конф. (Рязань, 21 сентября 2023 г.). Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2023. С. 31–36. EDN KQVGMQ.
6. Бородий С. А., Виноградова В. С., Ладухин А. Г., Плотников А. А. Исследование эффективности применения инсектицидных препаратов из сырья растительного происхождения на основных вредителей в закрытом грунте // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : материалы 57-й Междунар. науч.-практ. конф. (Караваево, 3 февраля 2006 г.) / редкол. : Бородий С. А. и др. Кострома : Изд-во КГСХА, 2006. С. 12–13. EDN ZRSKHN.
7. Жемчужин С. Г., Спиридонов Ю. Я., Босак Г. С. Биопестициды: современное состояние проблемы (дайджест публикаций за 2012–2017 гг.) // Агрохимия. 2019. № 11. С. 77–85. DOI 10.1134/S0002188119110140. EDN EEUSJB.
8. Биопестицид Пижон. URL: <http://koshim.ru/upload/iblock/060/06031b5c070b20399914587d81ecdb8b.pdf> (дата обращения: 22.11.2023).
9. Биопестицид Южный. URL: <http://koshim.ru/upload/iblock/44b/44b5df3db41648a12d6a4dc93b4f3390.pdf> (дата обращения: 22.11.2023).
10. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / под ред. профессора С. Я. Попова. М. : Арт-Лион, 2003. 190 с. ISBN 5-9900220-1-8.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М : Альянс, 2011. 350 с. ISBN 978-5-903034-96-3.
12. Марков В. М., Тиброва М. А. Методика полевых опытов с овощными культурами. М. : Сельхозгиз, 1956. 104 с.
13. Зинченко В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. 2-е изд., перераб. и доп. М. : «КолосС», 2012. 127 с. ISBN 978-5-9532-0816-1.
14. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и рентицидов в сельском хозяйстве / отв. ред. В. И. Долженко. Санкт-Петербург : Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2009. 280 с. EDN WEQQQH.

References

1. Shchukin S. V., Trufanov A. M., Lacko-Bartoshova M., Dorokhova V. I. Sostoyanie, perspektivy i problemy razvitiya organicheskogo sel'skogo hozyajstva v Slovaki i Rossii // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2020. № 1 (49). S. 17–21. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.004. EDN DAJOZQ.
2. Agieva G. N., Nizhegorodtseva L. S., Diabankana R. Zh. K. [i dr.] Priemy povysheniya effektivnosti primeneniya biologicheskikh preparatov v rastenievodstve // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. T. 15, № 4 (60). S. 5–9. DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-9. ISSN: 2073-0462. EDN ILBDIB.
3. Laptiev A. B. Biologicheskie preparaty v assortimente pesticidov // Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem : materialy Mezhdunarod. nauch.-prak. konf. (Krasnodar, 11–13 sentyabrya 2018 g.). Krasnodar : IP Dedkova S.A. (tipografiya «Granat»), 2018. T. 10. S. 246–250. EDN UZHFRW.
4. Berestetskij A. O. Bioracional'nye sredstva zashchity rastenij // Zashchita i karantin rastenij. 2017. № 8. S. 9–14. ISSN 1026-8634. EDN ZDWLBC.
5. Balashov T. V. Biopestitsidy v zashchite rastenij // Innovacii v sel'skom hozyajstve i ekologii : materialy II Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Ryazan', 21 sentyabrya 2023 g.). Ryazan' : Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P. A. Kostycheva, 2023. S. 31–36. EDN KQVGMQ.
6. Borodij S. A., Vinogradova V. S., Ladukhin A. G., Plotnikov A. A. Issledovanie effektivnosti primeneniya insekticidnyh preparatov iz syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya na osnovnyh vreditel'ej v zakrytom grunte

// Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : materialy 57-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Karavaevo, 3 fevralya 2006 g.) / redkol. : Borodij S. A. i dr. Kostroma : Izd-vo KGSKHA, 2006. S. 12–13. EDN ZRSKHH.

7. Zhemchuzhin S. G., Spiridonov Yu. Ya., Bosak G. S. Biopestitsidy: sovremennoe sostoyanie problemy (dajdzhest publikacij za 2012–2017 gg.) // Agrohimiya. 2019. № 11. S. 77–85. DOI 10.1134/S0002188119110140. EDN EEUSJB.

8. Biopestitsid Pizhon. URL: <http://koshim.ru/upload/iblock/060/06031b5c070b20399914587d81ecdb8b.pdf> (data obrashcheniya: 22.11.2023).

9. Biopestitsid Yuzhnyj. URL: <http://koshim.ru/upload/iblock/44b/44b5df3db41648a12d6a4dc93b4f3390.pdf> (data obrashcheniya: 22.11.2023).

10. Popov S. Ya., Dorozhkina L. A., Kalinin V. A. Osnovy himicheskoy zashchity rastenij / pod red. professora S. Ya. Popova. M. : Art-Lion, 2003. 190 s. ISBN 5-9900220-1-8.

11. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 6-e izd., ster., perpech. s 5-go izd. 1985 g. M. : Al'yans, 2011. 350 s. ISBN 978-5-903034-96-3.

12. Markov V. M., Tibrova M. A. Metodika polevykh opytov s ovoshchnymi kul'turami. M. : Sel'hozgiz, 1956. 104 s.

13. Zinchenko V. A. Himicheskaya zashchita rastenij: sredstva, tekhnologiya i ekologicheskaya bezopasnost'. 2-e izd., pererab. i dop. M. : «KolosS», 2012. 127 s. ISBN 978-5-9532-0816-1.

14. Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, molyuskocidov i rodentitsidov v sel'skom hozyajstve / otv. red. V. I. Dolzhenko. Sankt-Peterburg : Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zashchity rastenij, Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, 2009. 280 s. EDN WEQOQH.

Сведения об авторах

Алексей Николаевич Сорокин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 8849-3854.

Светлана Викторовна Болнова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6612-0446.

Татьяна Виссарионовна Головкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 9129-0270.

Юрий Владимирович Панкратов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой земледелия, растениеводства и селекции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 7156-9089.

Information about the authors

Aleksey N. Sorokin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing and Breeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 8849-3854.

Svetlana V. Bolnova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing and Breeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 6612-0446.

Tatyana V. Golovkova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Dean of the Faculty of Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 9129-0270.

Yuriy V. Pankratov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Agriculture, Plant Growing and Breeding, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 7156-9089.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 633.2:631.559:631.51
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.002

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ

**Светлана Степановна Иванова¹, Иван Михайлович Соколов²,
Александр Михайлович Труфанов³**

^{1, 2, 3}Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия

¹s.ivanova@yarcx.ru

²i.sokolov@yarcx.ru

³a.trufanov@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-8815-2441

Реферат. Основу кормовой базы в большинстве регионов Нечернозёмной зоны Российской Федерации составляют многолетние кормовые бобово-злаковые травосмеси, отличающиеся высокой экологической пластичностью, благоприятным влиянием на плодородие почв, разнообразием и качеством кормов, приготавливаемым из них. Однако несовершенство технологий их возделывания обуславливает низкую продуктивность кормовых угодий и урожайность трав на пашне, что подчёркивает актуальность и значимость исследований в этом направлении. В статье приводятся двухлетние (2021–2022 гг.) данные полевого опыта Ярославского ГАУ по изучению влияния различных по интенсивности технологий возделывания (экстенсивной, интенсивной и органической) на засорённость, развитие и продуктивность посевов многолетних трав двух лет пользования в условиях дерново-подзолистых глееватых почв Нечернозёмной зоны РФ. Было установлено, что использование интенсивной технологии, по сравнению с контролем (экстенсивной), существенно увеличивает засорённость посевов многолетних трав, особенно многолетними сорными растениями (по численности – на 20,0%, по сухой массе – на 80,7%), при этом использование удобрений как в интенсивной, так и органической технологиях способствует достоверному увеличению высоты растений многолетней травосмеси (в среднем на 4,7%). Отмечалось положительное влияние органической технологии на состав травосмеси в части повышения доли бобового компонента в среднем до 67,0% и снижения доли разнотравья до 18,0%, а также на увеличение урожайности зелёной массы многолетних трав до максимальных значений – 31,4 т/га в среднем за два года исследований, что позволяет считать целесообразным использование органической технологии при возделывании многолетних кормовых травосмесей.

Ключевые слова: многолетние кормовые травы, клевер луговой, тимофеевка луговая, удобрения, технологии возделывания, сорные растения, состав травосмеси, развитие растений, продуктивность

PRODUCTIVITY OF FORAGE GRASSES DEPENDING ON CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE NON-CHERNOZEM ZONE

Svetlana S. Ivanova¹, Ivan M. Sokolov², Aleksandr M. Trufanov³

^{1, 2, 3}Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

¹s.ivanova@yarcx.ru

²i.sokolov@yarcx.ru

³a.trufanov@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-8815-2441

Abstract. The basis of the fodder supply in most regions of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation is made up of perennial fodder legume-cereal grass mixtures, characterized by high ecological plasticity, a favorable effect on soil fertility, and the variety and quality of feed prepared from them. However, the imperfection of their cultivation technologies determines the low productivity of forage lands and the yield of grasses on arable land, which emphasizes the relevance and significance of research in this direction. The article presents two-year (2021–2022) data from the field experiment of the Yaroslavl SAU to study the influence of different intensity cultivation technologies (extensive, intensive and organic) on weed infestation, development and productivity of perennial grass crops for two years of use in conditions of soddy-podzolic gleyic soils of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. It was found that the use of intensive

technology, compared to the control (extensive), significantly increases the infestation of perennial grass crops, especially perennial weedage (by 20.0% in terms of number, by 80.7% in dry weight), while the use of fertilizers both in intensive and organic technologies contributes to a reliable increase in the height of plants of perennial grass mixtures (on average by 4.7%). There was a positive effect of organic technology on the composition of the grass mixture in terms of increasing the share of the legume component to an average of 67.0% and reducing the share of mixed herbs to 18.0%, as well as increasing the yield of green mass of perennial grasses to maximum values – 31.4 t/ha on average over two years of research, which allows us to consider it expedient to use organic technology when cultivating perennial forage grass mixtures.

Keywords: perennial forage grasses, *Trifolium pratense*, *Phleum pratense*, fertilizers, cultivation technologies, weedage, grass mixture composition, plant development, productivity

Введение. Основу кормовых агрофитоценозов Нечернозёмной зоны Российской Федерации составляют многолетние травы, которые занимают в структуре посевных площадей более 65%. Они оказывают многостороннее положительное влияние на окружающую среду и обладают хорошей экологической пластичностью [1; 2].

Оставляя после себя большое количество пожнивно-корневых остатков, и тем самым влияя на накопление гумуса, кормовые многолетние травы являются одним из основных факторов воспроизводства плодородия почвы [3; 4]. Кроме того, они улучшают водно-воздушный режим почвы, её структуру, предотвращают ветровую и водную эрозии, снижают вымывание питательных веществ из пахотного слоя в нижние горизонты, способствуют накоплению биологического азота [5–7]. При выращивании сеяных кормовых трав можно получить разнообразные и экологически чистые корма для животноводства, организовать полноценные кормовые конвейеры. Площадь под кормовыми многолетними травами в Ярославской области за последние годы в среднем составляла довольно значительные 241 тыс. га, при этом урожайность их невысока – около 111 ц/га [8].

Снижение урожайности трав связано с выращиванием их на низкопродуктивных естественных сенокосах и отсутствием должного внимания к современным технологиям возделывания многолетних трав как на кормовых угодьях, так и в севооборотах [9; 10]. Это, в свою очередь, влечёт за собой увеличение засорённости агрофитоценозов сорными растениями, повышение доли разнотравья в травосмесях [11–15].

Поэтому весьма актуальным является изучение влияния технологий возделывания кормовых трав на их продуктивность в условиях Нечернозёмной зоны, что и стало целью исследований.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2021–2022 гг. в посевах многолетних трав первого и второго года пользования в двухфакторном полевом опыте ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве с содержани-

ем гумуса 2,2%, легкодоступного фосфора 267,5 и обменного калия 141,8 мг/кг почвы, pH 4,8. В качестве технологий возделывания изучались: экстенсивная – без удобрений и пестицидов; интенсивная – солома 3 т/га + N₆₀P₆₀K₆₀; органическая – солома 3 т/га, без минеральных удобрений и пестицидов.

В опыте использовали азофоску, солому яровой пшеницы. В качестве многолетних трав высевали смесь клевера лугового (*Trifolium pratense*) сорта «Дымковский» и тимopheевки луговой (*Phleum pratense*) сорта «Ярославская 11» сенокосно-пастбищного использования [16; 17]. Определение количества и сухой массы сорных растений осуществляли по методике Б. А. Смирнова, учёт урожая проводили сплошным методом с определением ботанического состава, статистическая обработка полученных данных проводилась дисперсионным методом [18–21].

Погодные условия 2021 года характеризовались повышенными температурами воздуха и недобором осадков в июне (на 40%) и июле (на 47%) по сравнению со средними многолетними данными. В 2022 году отмечалась также повышенная температура в летние месяцы, при этом количество выпавших осадков в мае превышало средние многолетние показатели на 17%, а в летний период наблюдался их недобор, особенно в июне – на 52%. В целом погодные условия периода исследований можно охарактеризовать как нетипичные [22].

Результаты. Важным фактором качественного состава травосмесей является низкая засорённость посевов. Учёт этого показателя свидетельствовал о снижении численности сорной растительности в 2022 году по сравнению с 2021 годом (табл. 1).

Общее количество сорных растений в посевах трав первого года пользования сократилось на 22,6%, а в посевах второго года пользования – на 62,0%. Данная тенденция наблюдалась при учёте количества как многолетних, так и малолетних сорных растений. В целом количество многолетних сорных растений преобладало над

Таблица 1 – Количество и сухая масса сорной растительности

Вариант	Количество, шт./м ²			Сухая масса, г/м ²		
	всего	многолетние	малолетние	всего	многолетние	малолетние
	2021 г. 2022 г.	2021 г. 2022 г.	2021 г. 2022 г.	2021 г. 2022 г.	2021 г. 2022 г.	2021 г. 2022 г.
Фактор А: Сельскохозяйственная культура						
Многолетние травы 1 г.п.	<u>23,30</u> 19,00	<u>16,70</u> 13,67	<u>6,60</u> 5,33	<u>78,30</u> 114,7	<u>62,20</u> 93,72	<u>16,10</u> 20,98
Многолетние травы 2 г.п.	<u>30,60</u> 18,89	<u>18,30</u> 15,00	<u>12,30</u> 3,89	<u>56,30</u> 101,08	<u>49,90</u> 87,27	<u>6,40</u> 13,81
НСР ₀₅	<u>3,80</u> 1,70	<u>3,20</u> 2,70	<u>1,50</u> 1,30	<u>2,90</u> 3,40	<u>0,60</u> 5,40	<u>4,80</u> 3,70
Фактор В: Технология возделывания						
Контроль	<u>30,80</u> 21,65	<u>20,70</u> 17,17	<u>10,10</u> 4,48	<u>65,45</u> 73,99	<u>52,50</u> 67,34	<u>12,95</u> 6,65
Интенсивная	<u>31,18</u> 21,37	<u>24,00</u> 15,33	<u>7,18</u> 6,04	<u>105,30</u> 99,24	<u>94,80</u> 70,95	<u>10,50</u> 28,29
Органическая	<u>21,00</u> 13,53	<u>16,60</u> 10,50	<u>4,40</u> 3,03	<u>81,15</u> 150,43	<u>70,90</u> 133,19	<u>10,25</u> 17,24
НСР ₀₅	<u>6,40</u> 3,80	<u>2,30</u> 1,70	<u>1,80</u> 2,60	<u>2,80</u> 5,40	<u>3,80</u> 4,90	<u>0,60</u> 2,40

малолетними и составляло 13,67–18,30 шт./м², тогда как малолетних было 3,89–12,30 шт./м². Наиболее распространёнными многолетними видами были: осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), а малолетними: марь белая (*Chenopodium album*), трёхрёберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), пикульник красивый (*Galeopsis speciosa*). Стоит отметить, что в 2021 году в посевах многолетних трав второго года пользования количество сорной растительности было в среднем на 31,3% выше, чем в посевах первого, что являлось существенным превышением и было обусловлено достоверным повышением численности малолетних сорных растений. В 2022 году посева многолетних трав второго года пользования уже характеризовались снижением численности всех групп сорных растений по сравнению с травами первого года пользования, однако эти изменения были несущественными. В 2021 году применение интенсивной технологии возделывания привело к увеличению общего количества сорных растений на 1,2%, значительное увеличение происходило за счёт многолетней биогруппы – на 15,9%, тогда как численность малолетников существенно снижалась. В отличие от интенсивной, при органической технологии численность всех биологических групп существенно снижалась по сравнению с контролем. В 2022 году отмечалось снижение общего количества сорной растительности по всем изучаемым технологиям

за счёт достоверного уменьшения численности многолетних видов. В целом использование органической технологии способствовало снижению количества сорной растительности в среднем за два года исследований на 51,4%.

В отличие от численности, сухая масса сорных растений в 2022 году возросла по сравнению с 2021 годом в среднем на 46,5% в посевах первого года пользования и на 79,5% – в посевах второго. При сравнении посевов трав сухая масса сорных растений существенно снижалась в посевах второго года пользования по сравнению с первым, что было характерно для всех групп сорных растений. Изучаемые технологии возделывания способствовали увеличению сухой массы всех групп сорных растений в сравнении с контролем. При интенсивной технологии она возрастала в среднем за 2 года на 46,8%, при органической – в большей степени – на 66,1%, при этом большая сухая масса была у многолетних сорных растений – за 2 года данный показатель составил 52,50–133,19 г/м².

Таким образом, использование интенсивной системы удобрений с применением минеральных форм существенно увеличивает засорённость посевов многолетних трав как по численности, так и по сухой массе, тогда как использование только органических удобрений не приводит к увеличению численности, но повышает сухую массу сорных растений. Выращивание многолетних трав до второго года пользования снижает показатели обилия сорных растений по сравнению с первым.

Урожайность многолетних трав обуславливается величиной самих растений и набором их массы к уборочной спелости, поэтому на момент уборки была определена высота растений многолетней травосмеси (табл. 2).

Анализируя высоту растений, можно отметить, что высота клевера лугового была выше в посеве второго года пользования на 3,0% в 2021 году и на 12,9% – в 2022 году, при этом высота тимофеевки луговой имела обратную динамику – в посеве

Таблица 2 – Высота растений многолетних трав к моменту уборки, см

Вариант	Клевер луговой		Тимофеевка луговая	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Фактор А: Сельскохозяйственная культура				
Многолетние травы 1 г.п.	77,7	77,0	93,7	101,0
Многолетние травы 2 г.п.	80,0	87,0	88,0	99,0
НСР ₀₅	4,8	0,8	4,9	3,7
Фактор В: Технология возделывания				
Контроль	73,5	74,0	82,0	87,5
Интенсивная	85,5	89,5	97,5	110,5
Органическая	77,5	81,0	91,5	102,0
НСР ₀₅	3,8	7,2	6,5	6,4

второго года пользования она снижалась на 6,5% в 2021 году и на 2,0% – в 2022 году. Изучаемые технологии возделывания с применением удобрений способствовали увеличению высоты растений в оба года исследований. Так, по интенсивной технологии высота клевера лугового увеличилась в среднем за 2 года исследований на 18,6%, тимофеевки луговой – на 22,6%. По органической технологии увеличение показателя было не столь интенсивным – на 7,5% и 14,2% соответственно, и существенным только в случае с тимофеевкой. Также стоит отметить, что данный показатель 2022 года был выше 2021 года по обеим культурам травосмеси как при интенсивной (в среднем на 9,0%), так и по органической (в среднем на 8,0%) технологиям.

Таким образом, возделывание многолетних трав второго года пользования, по сравнению с

первым, способствует увеличению высоты бобового компонента и снижению злакового. По сравнению с контролем использование удобрений способствует достоверному увеличению высоты обоих компонентов многолетней травосмеси, причём с увеличением интенсивности системы удобрений увеличивается и показатель высоты.

Урожай и качество кормов во многом зависят от состава травосмесей. В целом можно отметить низкую долю тимофеевки луговой, составляющей 15–23% в многолетней травосмеси и высокую долю разнотравья – 18–30%, причём доля разнотравья увеличивалась в 2022 году по сравнению с 2021 годом, что коррелирует с увеличением сухой массы сорных растений в посевах трав (табл. 3). Данные по ботаническому составу также свидетельствуют об увеличении доли клевера (в среднем за два года на 1,5%)

Таблица 3 – Ботанический состав травостоя, %

Вариант	Клевер луговой		Тимофеевка луговая		Разнотравье	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Фактор А: Сельскохозяйственная культура						
Многолетние травы 1 г.п.	62,0	54,0	18,0	16,0	20,0	30,0
Многолетние травы 2 г.п.	59,0	60,0	23,0	15,0	18,0	25,0
НСР ₀₅	4,2	0,8	2,9	3,1	2,7	3,0
Фактор В: Технология возделывания						
Контроль	65,0	61,0	18,0	10,0	17,0	29,0
Интенсивная	55,0	43,0	23,0	25,0	22,0	32,0
Органическая	68,0	66,0	19,0	11,0	13,0	23,0
НСР ₀₅	5,3	3,4	3,1	2,9	3,7	3,6

Таблица 4 – Урожайность зелёной массы многолетних трав, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	
	2021 г.	2022 г.
Фактор А: Сельскохозяйственная культура		
Многолетние травы 1 г.п.	27,4	23,5
Многолетние травы 2 г.п.	28,4	30,5
НСР ₀₅	3,6	2,7
Фактор В: Технология возделывания		
Контроль	22,2	24,3
Интенсивная	29,3	26,1
Органическая	32,2	30,5
НСР ₀₅	2,8	4,2

и тимофеевки (в среднем на 2,0%) в травосмеси второго года пользования, по сравнению с первым, при снижении доли разнотравья (в среднем на 3,5%).

При сравнении технологий возделывания обращает на себя внимание тенденция снижения доли участия клевера лугового (в среднем на 14% – до 49%) при повышении доли тимофеевки луговой (на 10% – до 24%) и разнотравья (на 4% – до 27%) на интенсивной технологии по сравнению с контролем, тогда как при органической технологии травосмесь была более качественной, так как в ней была выше доля более ценного в кормовом отношении клевера лугового (в среднем 67%) при минимальной доле разнотравья (18%).

Таким образом, выращивание многолетних трав второго года пользования и использование при этом органической технологии способствует повышению доли клевера лугового при снижении доли разнотравья.

В итоге урожайность зелёной массы многолетних трав второго года пользования закономерно увеличивалась по сравнению с первым, причём в 2022 году это увеличение было достоверным, а в среднем за период исследований это увеличение составило 4,0 т/га, или 15,7% (табл. 4).

Также обращает на себя внимание тенденция снижения урожайности многолетних трав первого

года пользования в 2022 году по сравнению с 2021 годом, тогда как травы второго года пользования оказались более устойчивыми к погодным условиям 2022 года и обеспечили прибавку урожая (на 7,4%).

Использование удобрений в технологиях возделывания способствовало получению достоверной прибавки урожая в 2021 году по сравнению с контролем: при интенсивной – на 31,4%, при органической – на 45,0%; в 2022 году существенное увеличение урожайности зелёной массы было характерно только для органической технологии – 25,5%. Меньшую урожайность многолетних трав при использовании интенсивной технологии можно объяснить снижением эффективности минеральных удобрений в засушливых условиях вегетационного периода, а также повышением роли азотфиксации в питании растений.

Выводы. Таким образом, в условиях дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны для поддержания засорённости посевов многолетних трав по численности сорных растений на безопасном уровне, улучшения качества их травосмесей и существенного повышения урожайности зелёной массы целесообразно возделывать клеверо-тимофеечную смесь минимум до двух лет пользования по органической технологии без использования минеральных удобрений и пестицидов.

Список источников

1. Чухина О. В., Демидова А. И., Кулиничева А. Н. Организация зеленого и сырьевого конвейера в условиях северного района Северо-Западной зоны РФ // Передовые достижения науки в молочной отрасли : сб. науч. тр. по результатам работы всерос. науч.-практ. конф. Вологда, 2019. С. 141–146. EDN BHWSYB.
2. Сеницына С. М., Спиридонов А. М., Данилова Т. А. Перспективы развития кормопроизводства на Северо-Западе России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 52. С. 189–197. ISSN 2078-1318.
3. Малков Н. Г., Перекопский А. Н., Чухина О. В. [и др.] Эффективность агротехнологических приемов возделывания многолетних бобово-злаковых трав // АгроЭкоИнженерия. 2023 № 1 (114). С. 103–115. DOI 10.24412/2713-2641-2023-1114-103-114. EDN JBGVKL.

4. Кутузова А. А., Шпаков А. С., Косолапов В. М. [и др.] Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечернозёмной зоне РФ // Кормопроизводство. 2021. № 2. С. 3–9. ISSN 1562-0417.
5. Тимофеев М. В., Малков Н. Г., Перекопский А. Н. [и др.] Анализ технико-технологических решений производства зерносенажа в условиях Северо-Западного региона // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 1 (110). С. 120–133. DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-120-133. EDN FFGHOJ.
6. Валге А. М., Папушин Э. А., Перекопский А. Н. Математическое моделирование урожайности многолетних трав // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 5. С. 8–10. ISSN 0869-3730.
7. Спиридонов А. М., Мазин А. М. Урожайность и качество травостоев сортов клевера лугового на Северо-Западе России // Аграрная Россия. 2021. № 10. С. 8–11. DOI 10.30906/1999-5636-2021-10-8-11. EDN VYAGYS.
8. Сабирова Т. П., Цвик Г. С., Сабиров Р. А. [и др.] Продуктивность и питательность люцернозлаковой смеси первого года в условиях Ярославской области // Агрозоотехника. 2019. Т. 2, № 1 С. 34–41. DOI 10.15838/alt.2019.2.1.4. EDN ZALQDB.
9. Спиридонов А. М., Мазин А. М. Урожайность и качество травостоев сортов клевера лугового на Северо-Западе России // Аграрная Россия. 2021. № 10. С. 8–11. DOI 10.30906/1999-5636-2021-10-8-11. EDN VYAGYS.
10. Попов В. Д., Перекопский А. Н., Горнак В. Н. Новые технологии заготовки кормов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 12. С. 16–17. ISSN 0206-572X.
11. Иванова М. Ю., Чебыкина Е. В., Котьяк П. А. Потенциальная засорённость почвы при разных технологиях возделывания культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 24–31. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.003. EDN PGPNSA.
12. Флерова Е. А., Сабирова Т. П., Тихонов А. В. [и др.] Видовой состав и структура жизненных стратегий сорного компонента агрофитоценозов на примере кормового севооборота // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4 (60). С. 54–61. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.006. EDN KBLARD.
13. Беленков А. И., Ваганова Н. В., Иванова М. Ю. [и др.] Влияние обработки почвы и применения удобрений на динамику численности сорных растений в посевах многолетних трав // Кормопроизводство. 2022. № 1. С. 7–11. DOI 10.25685/krm.2022.39.50.001. EDN RZCOAK.
14. Щукин С. В., Труфанов А. М., Чебыкина Е. В. Влияние ресурсосберегающих обработок на засорённость ячменя в условиях экологизации земледелия Нечерноземной зоны России // Органическое сельское хозяйство и агротуризм : материалы междунаро. науч.-практ. конф. в рамках междунаро. туристического форума «Агротуризм в России» (Улан-Удэ, 26–28 июня 2014 г.). Улан-Удэ : ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова», 2014. С. 135–141. ISBN 978-5-8200-0334-9.
15. Смирнов Б. А., Кочевых М. Ю., Смирнова В. И. [и др.] Засорённость посевов в зависимости от систем обработки, удобрений и гербицидов // Агро XXI. 2007. № 7-9. С. 32–34. ISSN 2073-2732.
16. Чухина О. В., Демидова А. И. Сорты основных полевых культур, многолетних трав, допущенные к использованию в Северо-Западном регионе и районированные в Вологодской области. Вологда-Молочное : Вологодская ГМХА, 2017. 111 с. ISBN 978-5-98076-252-0.
17. Лозовой А. А., Донских Н. А. Динамика содержания питательных веществ злаковых травостоев в зависимости от срока первого скашивания в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 59. С. 9–14. DOI 10.24411/2078-1318-2020-12009. EDN GUUCTV.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Ягодин Б. А. [и др.] Практикум по агрохимии: учебное пособие / под ред. Б. А. Ягодина. М., Агропромиздат, 1987. 511 с.
20. Новоселов Ю. К., Киреев В. Н., Кутузов Г. П. [и др.] Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М. : Россельхозакадемия, 1997. 156 с.
21. Комаревцева Л. Г., Майдебуря Н. М., Балашова Л. А. Методы почвенных и агрохимических исследований: учебное пособие. Ярославль : ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2011. 260 с. ISBN 978-5-98914-095-4.
22. Обзор агрометеорологических условий за 2021 сельскохозяйственный год на территории Ярославской области / Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ярославль, 2022. URL: <https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/obzor-sostoyaniya-i-zagryazneniya-okruzhajushhej-sredy-za-god/godovoy-obzor-2021/> (дата обращения: 15.01.2024).
23. Обзор агрометеорологических условий за 2022 сельскохозяйственный год на территории Ярославской области / Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ярославль, 2023. URL: <https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/obzor-sostoyaniya-i-zagryazneniya-okruzhajushhej-sredy-za-god/godovoy-obzor-2022/> (дата обращения: 15.01.2024).

References

1. Chukhina O. V., Demidova A. I., Kulinicheva A. N. Organizatsiya zelenogo i syr'evogo konveyera v usloviyah severnogo rajona Severo-Zapadnoj zony RF // *Peredovye dostizheniya nauki v molochnoj otrasli* : sb. nauch. tr. po rezul'tatam raboty vseros. nauch.-prakt. konf. Vologda, 2019. S. 141–146. EDN BHWSYB.
2. Sinitsyna S. M., Spiridonov A. M., Danilova T. A. Perspektivy razvitiya kormoproizvodstva na Severo-Zapade Rossii // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. № 52. S. 189–197. ISSN 2078-1318.
3. Malkov N. G., Perekopskij A. N., Chukhina O. V. [i dr.] Effektivnost' agrotekhnologicheskikh priemov vzdelyvaniya mnogoletnih bobovo-zlakovykh trav // *AgroEkoInzheneriya*. 2023 № 1 (114). S. 103–115. DOI 10.24412/2713-2641-2023-1114-103-114. EDN JBGBKL.
4. Kutuzova A. A., Shpakov A. S., Kosolapov V. M. [i dr.] Sostoyanie i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Nechernozomnoj zone RF // *Kormoproizvodstvo*. 2021. № 2. S. 3–9. ISSN 1562-0417.
5. Timofeev M. V., Malkov N. G., Perekopskij A. N. [i dr.] Analiz tekhniko-tekhnologicheskikh reshenij proizvodstva zernosenazha v usloviyah Severo-Zapadnogo regiona // *AgroEkoInzheneriya*. 2022. № 1 (110). S. 120–133. DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-120-133. EDN FFGHOJ.
6. Valge A. M., Papushin E. A., Perekopskij A. N. Matematicheskoe modelirovanie urozhajnosti mnogoletnih trav // *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. 2013. № 5. S. 8–10. ISSN 0869-3730.
7. Spiridonov A. M., Mazin A. M. Urozhajnost' i kachestvo travostoev sortov klevera lugovogo na Severo-Zapade Rossii // *Agrarnaya Rossiya*. 2021. № 10. S. 8–11. DOI 10.30906/1999-5636-2021-10-8-11. EDN VYAGYS.
8. Sabirova T. P., Tsvik G. S., Sabirov R. A. [i dr.] Produktivnost' i pitatel'nost' lyucernozlakovoj smesi pervogo goda v usloviyah YAroslavskoj oblasti // *Agrozootekhnika*. 2019. T. 2, № 1 S. 34–41. DOI 10.15838/alt.2019.2.1.4. EDN ZALQDB.
9. Spiridonov A. M., Mazin A. M. Urozhajnost' i kachestvo travostoev sortov klevera lugovogo na Severo-Zapade Rossii // *Agrarnaya Rossiya*. 2021. № 10. S. 8–11. DOI 10.30906/1999-5636-2021-10-8-11. EDN VYAGYS.
10. Popov V. D., Perekopskij A. N., Gornak V. N. Novye tekhnologii zagotovki kormov // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*. 2004. № 12. S. 16–17. ISSN 0206-572X.
11. Ivanova M. Yu., Chebykina E. V., Kotyak P. A. Potencial'naya zasoryonnost' pochvy pri raznykh tekhnologiyah vzdelyvaniya kul'tur // *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*. 2023. № 1 (61). S. 24–31. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.003. EDN PGPHSA.
12. Flerova E. A., Sabirova T. P., Tikhonov A. V. [i dr.] Vidovoj sostav i struktura zhiznennykh strategij sornogo komponenta agrofytocenov na primere kormovogo sevooborota // *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*. 2022. № 4 (60). S. 54–61. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.006. EDN KBLARD.
13. Belenkov A. I., Vaganova N. V., Ivanova M. Yu. [i dr.] Vliyaniye obrabotki pochvy i primeneniya udobrenij na dinamiku chislennosti sornykh rastenij v posevakh mnogoletnih trav // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 1. S. 7–11. DOI 10.25685/krm.2022.39.50.001. EDN RZCOAK.
14. Shchukin S. V., Trufanov A. M., Chebykina E. V. Vliyaniye resursosberegayushchih obrabotok na zasorennost' yachmenya v usloviyah ekologizatsii zemledeliya Nechernozemnoj zony Rossii // *Organicheskoe sel'skoe hozyajstvo i agroturizm* : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. v ramkah mezhdunarod. turistskogo foruma «Agroturizm v Rossii» (Ulan-Ude, 26–28 iyunya 2014 g.). Ulan-Ude : FGBOU VPO «Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. V. R. Filippova», 2014. S. 135–141. ISBN 978-5-8200-0334-9.
15. Smirnov B. A., Kochevykh M. Yu., Smirnova V. I. [i dr.] Zasorennost' posevov v zavisimosti ot sistem obrabotki, udobrenij i gerbicidov // *Agro XXI*. 2007. № 7-9. S. 32–34. ISSN 2073-2732.
16. Chukhina O. V., Demidova A. I. Sorta osnovnykh polevykh kul'tur, mnogoletnih trav, dopushchennye k ispol'zovaniyu v Severo-Zapadnom regione i rajonirovannyye v Vologodskoj oblasti. Vologda-Molochnoe : Vologodskaya GMHA, 2017. 111 s. ISBN 978-5-98076-252-0.
17. Lozovoj A. A., Donskikh N. A. Dinamika sodержaniya pitatel'nykh veshchestv zlakovykh travostoev v zavisimosti ot sroka pervogo skashivaniya v usloviyah Leningradskoj oblasti // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. № 59. S. 9–14. DOI 10.24411/2078-1318-2020-12009. EDN GUUCTV.
18. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. 5-e izd., dop. i pererab. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
19. Yagodin B. A. [i dr.] Praktikum po agrohimii: uchebnoe posobie / pod red. B. A. Yagodina. M., Agropromizdat, 1987. 511 s.
20. Novoselov Yu. K., Kireev V. N., Kutuzov G. P. [i dr.] Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. M. : Rossel'hozakkademiya, 1997. 156 s.
21. Komarevtseva L. G., Majdebura N. M., Balashova L. A. Metody pochvennykh i agrohimicheskikh issledovaniy: uchebnoe posobie. Yaroslavl' : FGBOU VPO YAroslavskaya GSKHA, 2011. 260 s. ISBN 978-5-98914-095-4.

22. Обзор agrometeorologicheskikh uslovij za 2021 sel'skohozyajstvennyj god na territorii YAroslavskoj oblasti / YAroslavskij tsentr po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy. YAroslavl', 2022. URL: <https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/obzor-sostoyaniya-i-zagryazneniya-okruzhajushhej-sredy-za-god/godovoy-obzor-2021/> (data obrashcheniya: 15.01.2024).

23. Обзор agrometeorologicheskikh uslovij za 2022 sel'skohozyajstvennyj god na territorii YAroslavskoj oblasti / YAroslavskij tsentr po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy. YAroslavl', 2023. URL: <https://www.yacgms.ru/monitoring-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy/obzor-sostoyaniya-i-zagryazneniya-okruzhajushhej-sredy-za-god/godovoy-obzor-2022/> (data obrashcheniya: 15.01.2024).

Информация об авторах

Светлана Степановна Иванова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spm-код: 6750-6090.

Иван Михайлович Соколов – агроном-исследователь, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spm-код: 1369-7231.

Александр Михайлович Труфанов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spm-код: 5673-4920.

Information about the authors

Svetlana S. Ivanova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 6750-6090.

Ivan M. Sokolov – agronomist-researcher, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 1369-7231.

Aleksandr M. Trufanov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Professor of the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 5673-4920.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
 УДК 631.51:631.8:632.51
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.003

ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА РАЗВИТИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР И КЛЕВЕРА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ

С. В. Железова¹, А. И. Беленков², А. В. Мельников³, Н. Н. Лазарев⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
 Большие Вязёмы, Россия

²Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
 имени В. Р. Вильямса, Лобня, Россия

³Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Россия

⁴Российский государственный аграрный университет –
 МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Иванович Беленков,
 belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Реферат. В полевом однолетнем эксперименте на дерново-подзолистой почве применяли технологию прямого посева и сравнивали развитие посевов четырёх видов покровной культуры (овёс, горчица, фацелия, гречиха) с подсевом клевера. В течение вегетационного сезона оценивали развитие посевов по густоте всходов покровных культур, клевера и количеству сорных растений. Все покровные культуры показали невысокую всхожесть и выживаемость при применении прямого посева, в то время как у клевера беспокровно была выявлена наибольшая густота стояния (140 ± 35 шт./кв.м). Густота всходов овса и горчицы составили не более 50% от первоначальной нормы высева (100 ± 41 и 120 ± 52 шт./кв.м соответственно), а густота всходов фацелии и гречихи была очень низкой (20 ± 5 и 27 ± 6 шт./кв.м соответственно). Следовательно, гречиха и фацелия плохо всходят при посеве по нулевой технологии. Подпокровный клевер одинаково хорошо взошёл и развивался на всех вариантах под разными покровными культурами. На всех вариантах опыта была отмечена высокая засорённость посевов. Количество сорняков превышало экономические пороги вредоносности, малолетние сорняки в начале наблюдения развивались в количествах 100–200 шт./кв.м, к концу сезона – до 800 шт./кв.м, многолетние – 8–12 шт./кв.м. Применение гербицида во время вегетации в данном эксперименте не предусмотрено, из-за чувствительности покровных культур. В конце сезона проводили учёт биомассы покровных культур и клевера. По клеверу в конце сезона наибольшая биомасса была отмечена на вариантах под покровом фацелии, гречихи и беспокровно, там, где конкуренция с покровной культурой была минимальна или отсутствовала. Технология прямого посева клевера на дерново-подзолистой почве показала высокую эффективность, однако подбор подходящей покровной культуры требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: технология прямого посева, покровные культуры, клевер, биомасса растений, засорённость посевов

THE INFLUENCE OF DIRECT SEEDING ON THE DEVELOPMENT OF COVER CROPS AND CLOVER IN THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

S. V. Zhelezova¹, A. I. Belenkov², A. V. Melnikov³, N. N. Lazarev⁴

¹All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazyomy, Russia

²Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Lobnya, Russia

³Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow, Russia

⁴Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

Author responsible for the correspondence: Aleksey I. Belenkov,
 belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Abstract. In a field one-year experiment on soddy-podzolic soil direct seeding technology was used and the development of crops of four species of cover crops (oats, mustard, phacelia, buckwheat) was compared with the underseeding of clover. During the growing season the development of crops was assessed by the density of seedlings of cover crops, clover and the number of weedage. All cover crops showed low germination and survival when using direct seeding, while clover without cover showed the highest degree of density (140 ± 35 pcs./m²). The density of oats and mustard seedlings amounted to no more than 50% of the initial seeding rate (100 ± 41 and 120 ± 52 pcs./m², respectively), and the density of phacelia and buckwheat seedlings was very low (20 ± 5 and 27 ± 6 pcs./m², respectively). Consequently, buckwheat and phacelia do not germinate well when sowed using no-till technology. Undercover clover germinated and developed equally well in all variants under different cover crops. In all variants of the experiment high weed infestation of crops was noted. The number of weeds exceeded the economic thresholds of harmfulness, at the beginning of observation young weeds developed in quantities of 100–200 pieces/m², by the end of the season – up to 800 pcs./m², perennial – 8–12 pcs./m². The use of herbicide during the growing season is not provided in this experiment due to the sensitivity of cover crops. At the end of the season the biomass of cover crops and clover was taken into account. For clover at the end of the season the highest biomass was noted in the variants under the cover of phacelia, buckwheat and without cover where competition with the cover crop was minimal or absent. The direct seeding technology of clover on soddy-podzolic soil has shown high efficiency, but the selection of a suitable cover crop requires further research.

Keywords: *direct seeding technology, cover crops, clover, plant biomass, weed infestation of crops*

Введение. Нулевая обработка почвы (No-till) и прямой посев за последние полтора-два десятилетия получили широкое распространение в мире [1]. Данная технология подразумевает полный отказ от обработки почвы, а посев производится прямо по пожнивным остаткам и в стерню убранный предшествующей культуры. В силу этих особенностей у данной технологии есть свои плюсы и минусы [2]. Положительный эффект технологии проявляется в предотвращении эрозии почвы (в первую очередь ветровой), в накоплении органического вещества и повышении биологической активности почвы, при этом экономические затраты на обработку почвы сокращаются до 70%. Также некоторые авторы отмечают повышение урожайности культур, возделываемых по технологии прямого посева. За счёт положительного действия накопленного слоя соломенной мульчи происходит сбережение влаги почвы и снижение численности сорняков [3]. В то же время, у технологии есть и доказанные минусы: общее ухудшение фитосанитарной обстановки и большая распространённость заболеваний сельскохозяйственных посевов [4], на начальных стадиях освоения технологии существенно повышается численность сорняков [5], без слоя мульчи отмечается повышенное уплотнение почвы [6; 7]. Отмечается также необходимость увеличения доз азотных удобрений [3], в противном случае, культурам, выращиваемым по данной технологии, не хватает минеральных элементов. При освоении данной технологии надо быть готовым к увеличению пестицидной нагрузки [2; 5], т. к. в целом происходит ухудшение фитосанитарной обстановки. При увеличении пестицидной нагрузки возникает опасность загрязнения почв и сопредельных сред пестицидами, проявляется негатив-

ное влияние остаточных количеств пестицидов в почве, фитотоксичность. При дальнейшем освоении технологии возможно снижение пестицидной (в первую очередь, гербицидной) нагрузки. Поэтому в странах, где была изначально предложена и адаптирована данная технология, она продолжает успешно развиваться, о чём свидетельствуют данные о посевных площадях под No-till. По технологии прямого посева выращивают зерновые, зернобобовые, технические культуры. Например, в Канаде и США по технологии прямого посева выращивают до 45% посевных площадей сои, пшеницы – до 40%, кукурузы – до 24%, хлопка – до 21%, овса и риса – до 10–12% [8]. В России площадь полей под прямым посевом существенно ниже, так как данная технология развивается сравнительно недавно. В целом по стране суммарная площадь под посевами по нулевой технологии не превышает одного процента. Для кормовых культур, в частности, для бобовых трав в качестве подсева под основную культуру, данная технология мало распространена и в мире, и в России. На склоновых землях в чернозёмных регионах России была продемонстрирована эффективность возделывания бобово-злаковых травосмесей в отдельные годы и в различных условиях [9; 10]. Для Нечернозёмной зоны тематика исследования возможности применения прямого посева при возделывании покровных культур клевера является новой и актуальной.

Цель исследований: в условиях Нечернозёмной зоны при нулевой обработке почвы сравнить несколько видов покровных культур для клевера и выбрать наиболее подходящий.

Материалы и методы. Поисковые исследования были проведены как однолетний полевой эксперимент в вегетационном сезоне 2020 г.

на территории Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). Почва полигона: агродерново-подзолистая окультуренная средне- и легкосуглинистая на моренных валунных средних и лёгких суглинках с включениями песка. Перед проведением эксперимента на данном поле в течение более 7 лет возделывали многолетние травы (предшествующая культура). Поле было разбито на полосы, по которым в четырёхкратной повторности был заложен эксперимент с четырьмя видами покровных культур и клевером. За три дня до посева культур была проведена обработка многолетних трав гербицидом Торнадо-500 (д.в. глифосат), норма 2,0 л/га. Перед посевом были внесены удобрения: 200 кг/га комплексных удобрений (азофоска N16P16K16). Посев покровных культур и клевера осуществляли непосредственно в стерню многолетних трав дерновой пневмосеялкой AMAZON Primera DMC-3. Сначала провели посев клевера, на следующий день – посев покровных культур.

Подпокровная культура – клевер красный луговой (*Trifolium pratense*), сорт Трио. Сравнивали следующие покровные культуры:

1. Горчица сорта Рапсодия (22 кг/га) + клевер (20 кг/га).
2. Гречиха сорта Девятка (80 кг/га) + клевер (20 кг/га).
3. Фацелия сорта Дана (20 кг/га) + клевер (20 кг/га).
4. Овёс сорта Скакун (200 кг/га) + клевер (20 кг/га).
5. Клевер без покрова в чистом виде (20 кг/га).

Опыт заложен в четырёхкратной повторности, размер учётной делянки 0,18 га, общая площадь опыта 3,6 га (рис. 1).

В программу научных исследований входил мониторинг развития посевов во время вегетации,

определение засорённости количественным методом дважды за вегетацию, оценка биомассы культур по всем вариантам опыта на пике вегетации. Статистическая обработка данных по урожайности зелёной массы покровных культур и клевера проведена методами вариационной статистики и дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение.

Метеоусловия периода проведения исследований. Количество осадков, выпавших в первые три месяца в сочетании с умеренными температурами, было достаточным для формирования хороших урожаев. Однако уменьшение количества осадков и понижение температуры во второй период вегетации (август-октябрь) обусловило получение относительно невысокой продуктивности покровных культур, подпокровного клевера, а также клевера в чистом виде. Другими словами, наиболее ответственные фазы развития урожая опытных культурных растений проходили в период сравнительно неблагоприятных метеоусловий. Уборка покровных культур, подпокровного и чистого клевера пришлась на 15 октября 2020 г., когда они начинали испытывать некоторый дискомфорт, обусловленный пониженной всхожестью и густотой стояния растений, высокой засорённостью на прямом посеве и постепенным ухудшением метеоусловий (рис. 2).

Всхожесть и выживаемость покровных культур клевера существенно различалась. Наибольшее количество всходов покровной культуры отмечено на вариантах горчица и овёс (среднее значение 100–120 шт./кв.м), наименьшее – на вариантах гречиха и фацелия (20–28 шт./кв.м) (рис. 3, покровные культуры). Столь низкие показатели всхожести гречихи и фацелии можно объяснить тем, что для данных культур технология прямого посева в стерню предшественника не является оптимальной даже при благоприятных метеоусловиях.



Рисунок 1 – Общий вид посевов и фрагмент закладки полевого опыта по изучению прямого посева для покровных культур клевера, 2020 г.

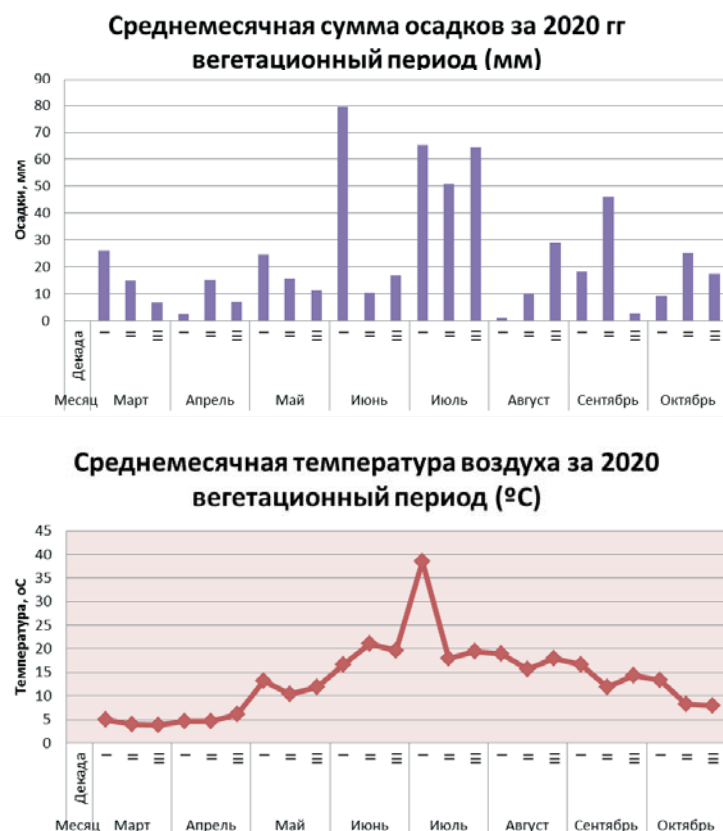
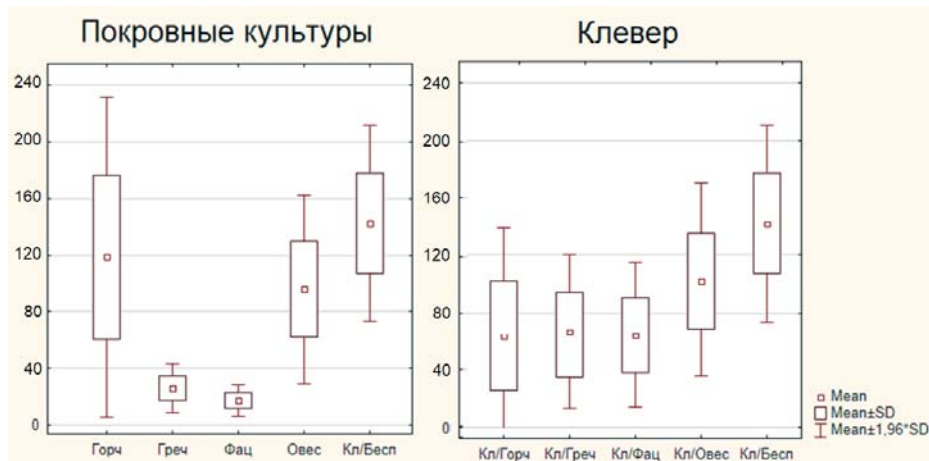


Рисунок 2 – Метеоданные периода вегетации 2020 г.

Густота всходов клевера на трёх вариантах покровных культур (гречиха, горчица, фацелия) была на уровне 60–72 шт./кв.м, под покровом овса густота клевера была выше (100 шт./кв.м), при выращивании беспокровно густота клевера была ещё выше (в среднем 140 шт./кв.м). Однако при обработке данных методом дисперсионного анализа показано, что значимость различий по всхо-

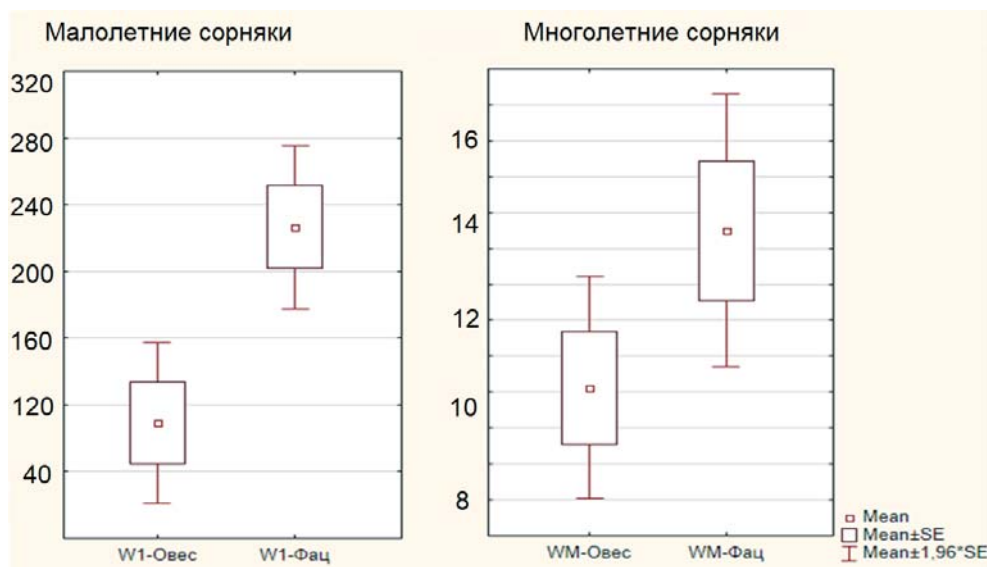
жести клевера между вариантами опыта статистически не подтверждается (рис. 3, клевер).

Засорённость посевов зависела от вида покровной культуры. Для культур с низкой всхожестью и выживаемостью в условиях прямого посева засорённость малолетними сорняками была высокой (до 240 и более шт./кв.м), по многолетним – гораздо ниже (от 10 до 14 шт./кв.м) (рис. 4).



Горч – горчица; Греч – гречиха; Фац – фацелия; Кл/бесп – клевер беспокровный; Кл/Горч – клевер под горчицей; Кл/Греч – клевер под гречихой; Кл/Фац – клевер под фацелией; Кл/Овес – клевер под овсом; «точки» – средние значения, «коробки» – границы стандартных отклонений среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 3 – Густота всходов покровных культур и подпокровного клевера, шт./кв.м



W1 – однолетние сорняки; WM – многолетние сорняки; Фац – фацелия; «точки» – средние значения; «коробки» – границы стандартных отклонения среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 4 – Засорённость посевов в зависимости от вида покровной культуры, шт./кв.м

В посевах клевера и покровных культур преобладали из числа малолетних сорняков – редька дикая, торица полевая, фиалка полевая, мятлики однолетних; из многолетних – бодяк розовый, пырей ползучий.

Выявлена тенденция, что под посевами фацелии засорённость была максимальной, а под посевами овса – минимальной. Это объясняется разной скоростью роста покровных культур и их разной конкурентоспособностью по отношению к сорнякам. Сравнение численности сорняков под разными покровными культурами было проведено с применением критерия существенности (t-критерий). Для большинства сравниваемых пар разница засорённости посевов была несущественная, за исключением пары сравнения – овёс и фацелия. В связи с тем, что всходы фацелии были наиболее изрежены, засорённость однолетними сорняками там была наибольшей, а в посевах овса – наоборот. Но для многолетних сорняков статистически значимыми эти различия не являются (рис. 4, многолетние сорняки).

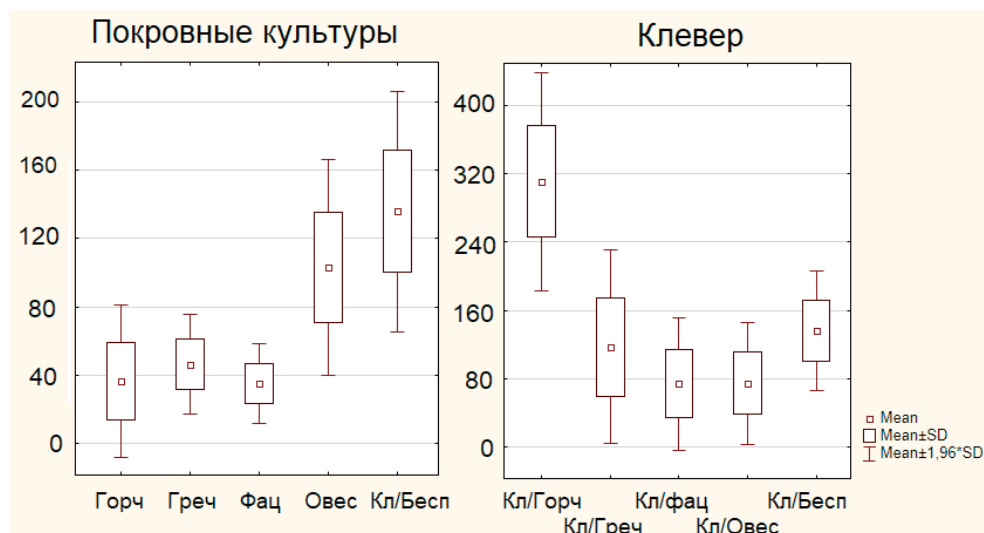
Таким образом, по первому сроку наблюдения (21.08.2020 г.) можно сделать промежуточные выводы: всхожесть клевера не зависела от вида покровной культуры, а засорённость посевов связана с густотой стояния покровной культуры – чем выше густота культуры, тем ниже засорённость.

Через месяц после первого учёта был проведён второй учёт густоты всходов и засорённости посевов на всех опытных делянках. Точки учёта территориально совпадали в первый и второй

сроки учёта. Через 2 месяца после начала вегетации наибольшее количество всходов покровной культуры отмечено на варианте овёс (среднее значение 136 шт./кв.м), наименьшее, так же, как и в первый срок учёта – на вариантах гречиха и фацелия (32–44 шт./кв.м). Снижение численности всходов горчицы можно объяснить быстрым созреванием и отмиранием растений в условиях наступившей жаркой погоды (рис. 5).

Среднее значение количества сорных растений на поле (шт./кв.м) увеличилось с 184 ± 6 в августе до 396 ± 14 в сентябре. Это связано с двумя причинами: 1) действие гербицида неизбирательного действия на основе д.в. глифосата к моменту второго учёта окончательно прекратилось; 2) покровная культура и клевер, посеянные по технологии прямого посева, в первый вегетационный сезон не смогли создать сильную конкуренцию сорнякам. В среднем по обоим срокам наблюдения количество малолетних сорных растений было в 6–12 раз выше, чем количество многолетних (рис. 6).

Наибольшая засорённость посевов была отмечена на вариантах горчица + клевер, гречиха + клевер и клевер беспокровно. Преимущественно здесь были распространены малолетние сорняки, среднее число которых доходило до 500 ± 250 шт./кв.м. На вариантах фацелия и овёс засорённость посевов была минимальной как по однолетним, так и по многолетним сорнякам. За два срока наблюдения (через 35 дней после посева и через 60 дней после посева) было показано, что овёс обла-



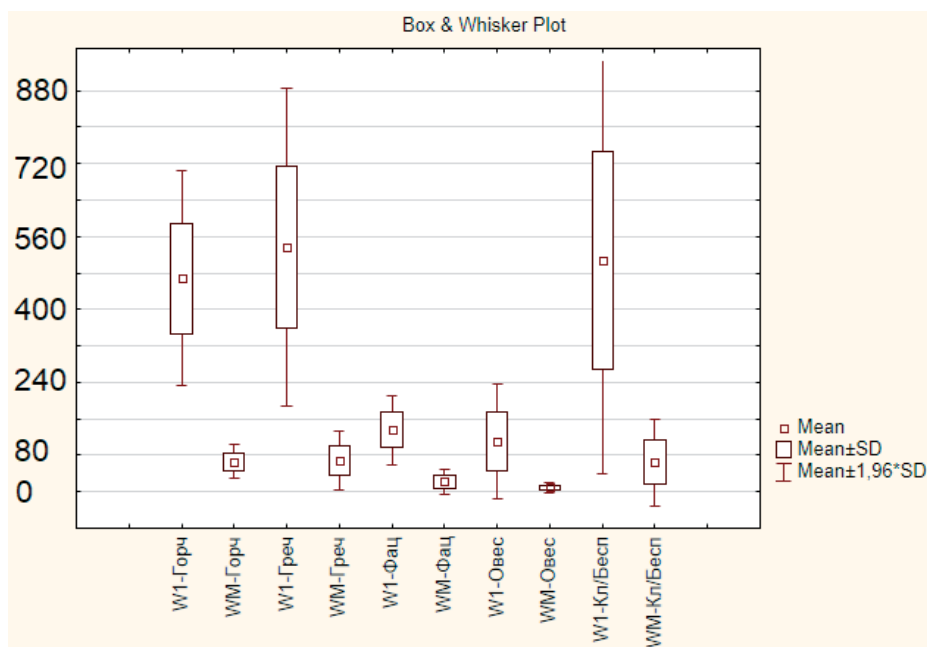
Горч – горчица; Греч – гречиха; Фац – фацелия; Кл/бесп – клевер беспокровный; Кл/Горч – клевер под горчицей; Кл/Греч – клевер под гречихой; Кл/Фац – клевер под фацелией; Кл/Овёс – клевер под овсом; «точки» – средние значения; «коробки» – границы стандартных отклонений среднего; планки погрешностей – 95%-ный доверительный интервал среднего.

Рисунок 5 – Густота всходов покровных культур и клевера через 60 дней после посева, шт./кв.м

дает наибольшей подавляющей способностью по отношению к сорнякам (рис. 7).

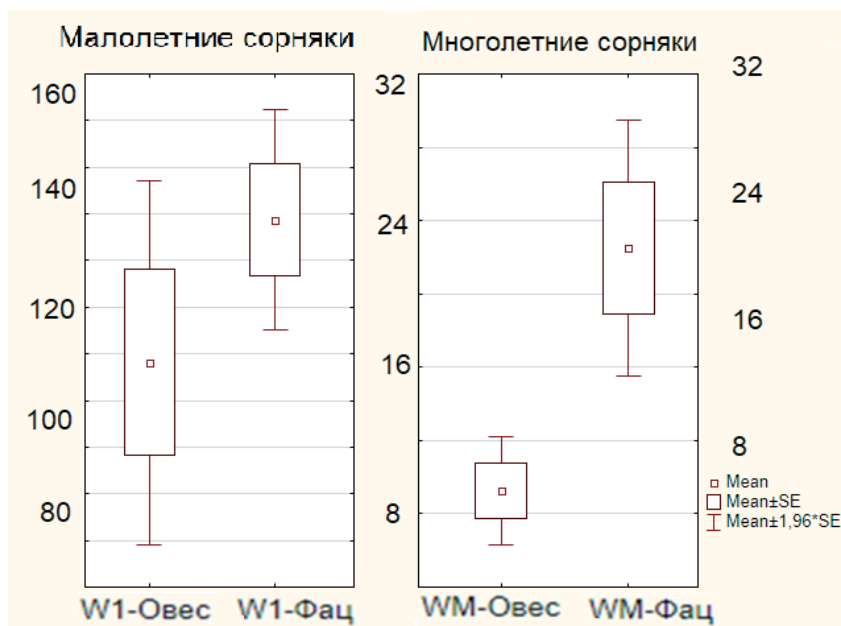
Таким образом, по сроку наблюдения 60 дней после посева (17.09.2020 г.) можно сделать следующие промежуточные выводы: густота подпо-

кровного клевера увеличилась в среднем по полю на 11%, при этом максимальный показатель увеличения густоты клевера отмечен на варианте с горчицей. Засорённость посевов существенно возросла, в основном за счёт увеличения количе-



Обозначения – см. рисунок 3.

Рисунок 6 – Количество всходов малолетних (W1) и многолетних (WM) сорняков под разными покровными культурами и клевером беспокровно через 60 дней после посева, шт./кв.м.



Обозначения – см. рисунок 4.

Рисунок 7 – Количество всходов малолетних (W1) и многолетних (WM) сорняков под покровными культурами овса и фацелии через 60 дней после посева, шт./кв.м

ства однолетних сорняков – на 115%. При этом варианты овёс и фацелия по-прежнему оставались наименее засорёнными.

В третий (конечный) срок наблюдения развития посевов (15.10.2020 г.) был проведён учёт биомассы покровных культур и подпокровного клевера. Данные после статистической обработки представлены в таблице 1.

Наибольшая биомасса в конце вегетации была получена по культуре фацелия, клевер под покровом фацелии, клевер под покровом гречихи и клевер беспокровно (около 7 т/га). Минимальная

биомасса была отмечена на культурах гречиха, овёс, клевер под покровом овса. Низкую биомассу овса можно объяснить широким распространением заболевания ржавчина, которое встречалось на делянках с овсом практически на 100% растений. Таким образом, несмотря на относительно высокую густоту стояния овса по сравнению с другими культурами, биомасса на этом варианте была сформирована очень низкая. Следовательно, возникла необходимость дополнительной обработки фунгицидами посевов овса при возделывании его по технологии нулевой обработки почвы.

Таблица 1 – Средняя урожайность зелёной массы культур полевого опыта, 15.10.2020 г.

№ п/п	Культура	Зелёная биомасса по повторениям, т/га				Средняя биомасса, т/га
		1	2	3	4	
1	Горчица	5,6	4,6	6,5	5,5	5,55
2	Клевер п./горчица	8,0	6,2	3,6	6,8	6,15
3	Гречиха	6,0	2,4	5,2	4,6	4,55
4	Клевер п./гречиха	7,0	5,4	8,2	8,6	7,30
5	Фацелия	10,2	4,6	8,0	6,2	7,25
6	Клевер п./фацелия	11,4	5,2	10,4	3,6	7,65
7	Овёс	4,0	4,5	4,2	3,8	4,10
8	Клевер п./овёс	6,4	4,0	4,8	2,2	4,35
9	Клевер ч.	6,4	7,2	9,2	4,2	6,75
10	НСР ₀₅					2,12

Примечание: клевер п. – клевер подпокровный; клевер ч. – клевер в чистом виде.

Выводы.

1. В первый год проведения эксперимента по подбору покровных культур для клевера было показано, что клевер лучше развивается в условиях слабой конкуренции со стороны культурных (покровных) растений. Так, наибольшая биомасса клевера в конце первого года вегетации была отмечена на вариантах клевер беспокровный, клевер под покровом фацелии, клевер под покровом гречихи.
2. В условиях применения нулевой обработки и прямого посева из покровных культур хуже всего развивались фацелия и гречиха, но благодаря их слабому развитию подпокровный клевер развивался лучше и быстрее.
3. В условиях применения нулевой обработки и прямого посева развитие овса в начале сезона проходило лучше других культур, однако во второй половине вегетации посев овса был полностью поражён листовой ржавчиной, что привело к большим потерям биомассы овса к моменту учёта урожайности.
4. На всех вариантах опыта была отмечена высокая засорённость посевов, когда количество сорных растений в начале вегетации превышало экономические пороги вредоносности, а применение гербицида во время вегетации в данном эксперименте не предусмотрено, так как все культуры, за исключением овса, являются чувствительными. Первичная (предпосевная) обработка поля гербицидом на основе д.в. глифосата не дала ожидаемого эффекта, хотя и несколько ослабила сорные растения перед посевом культур.

Список источников

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A. [et al.] Current Status of Adoption of No-Till Farming in the World and some of its Main Benefits // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3, № 1. P. 1–25. doi:10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Ananiev A. A. Pros and cons of no-till technology in a long-term field experiment on sod-podzolic soil // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368. P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/368/1/012055.
3. Дридигер В. К. Ошибки при освоении технологии No-till // Земледелие. 2016. № 3. С. 5–9. ISSN 0044-3913.
4. Железова С. В., Акимов Т. А., Белошапкина О. О. [и др.] Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) // Агрехимия. 2017. № 4. С. 65–75. ISSN 0002-1881.
5. Полин В. Д., Смелкова И. А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ним // Земледелие. 2015. № 8. С. 29–32. ISSN 0044-3913.
6. Железова С. В., Ананьев А. А., Беленков А. И. [и др.] Твёрдость пахотного слоя почвы при традиционной, минимальной и нулевой обработке // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего : материалы II Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 02–04 октября 2019 г.). С-Пб. : ФГБНУ АФИ, 2019. С. 67–74. ISBN 978-5-905200-40-3.
7. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. 2018. Vol. 326. P. 164–200. doi:10.1016/j.geoderma.2018.03.011.
8. Awada L., Lindwall C. W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // International Soil and Water Conservation Research. 2014. Vol. 2, Is. 1. P. 47–65. doi:10.1016/S2095-6339(15)30013-7.
9. Чернявских В. И. Продуктивность бобово-злаковых травосмесей и эффективность их возделывания на склоновых землях юго-запада ЦЧЗ // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 7. С. 42–45. ISSN 0235-2451.
10. Чернявских В. И., Котлярова Е. Г. Многокомпонентные смеси в звене кормовых севооборотов на склоновых землях Белгородской области // Земледелие. 2009. № 8. С. 42–44. ISSN 0044-3913.

References

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A. [et al.] Current Status of Adoption of No-Till Farming in the World and some of its Main Benefits // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3, № 1. P. 1–25. doi:10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Zhelezova S. V., Melnikov A. V., Ananiev A. A. Pros and cons of no-till technology in a long-term field experiment on sod-podzolic soil // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368. P. 012055. doi:10.1088/1755-1315/368/1/012055.
3. Dridiger V. K. Oshibki pri osvoenii tehnologii No-till // Zemledelie. 2016. № 3. S. 5–9. ISSN 0044-3913.

4. Zhelezova S. V., Akimov T. A., Beloshapkina O. O. [i dr.] Vlijanie raznyh tehnologij vozdeľvanija ozimoj pshenicy na urozhajnost' i fitosanitarnoje sostojanie posevov (na primere polevogo opyta Centra tochnogo zemledelija RGAU – MSHA imeni K.A. Timirjazeva) // Agrohimiya. 2017. № 4. S. 65–75. ISSN 0002-1881.

5. Polin V. D., Smelkova I. A. Izmenenie sornogo komponenta pod dejstviem resursoberegajushih sistem obrabotki pochvy v zernopropashnom sevooborote i metody bor'by s nim // Zemledelie. 2015. № 8. S. 29–32. ISSN 0044-3913.

6. Zhelezova S. V., Anan'ev A. A., Belenkov A. I. [i dr.] Tvjordost' pahotnogo sloja pochvy pri tradicionnoj, minimal'noj i nulevoj obrabotke // Tendencii razvitija agrofiziki: ot aktual'nyh problem zemledelija i rastenievodstva k tehnologijam budushhego : materialy II Mezhdunar. nauch. konf. (Sankt-Peterburg, 02–04 oktjabrja 2019 g.). S-Pb. : FGBNU AFI, 2019. S. 67–74. ISBN 978-5-905200-40-3.

7. Blanco-Canqui H., Ruis S. J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. 2018. Vol. 326. P. 164–200. doi:10.1016/j.geoderma.2018.03.011.

8. Awada L., Lindwall C. W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // International Soil and Water Conservation Research. 2014. Vol. 2, Is. 1. P. 47–65. doi:10.1016/S2095-6339(15)30013-7.

9. Chernyavskikh V. I. Produktivnost' bobovo-zlakovyh travosmesej i jeffektivnost' ih vozdeľvanija na sklonovyh zemljah jugo-zapada CChZ // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2009. № 7. S. 42–45. ISSN 0235-2451.

10. Chernyavskikh V. I., Kotlyarova E. G. Mnogokomponentnye smesi v zvene kormovyh sevooborotov na sklonovyh zemljah Belgorodskoj oblasti // Zemledelie. 2009. № 8. S. 42–44. ISSN 0044-3913.

Сведения об авторах

Софья Владиславовна Железова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», spin-код: 8310-7603.

Алексей Иванович Беленков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», spin-код: 8397-1599.

Андрей Валерьевич Мельников – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», diatrima@list.ru.

Николай Николаевич Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 5701-5668.

Information about the authors

Sophia V. Zhelezova – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Leading Research Officer, Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, spin-code: 8310-7603.

Aleksey I. Belenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, consultant, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 8397-1599.

Andrey V. Melnikov – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Officer, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Research Center "Nemchinovka", diatrima@list.ru.

Nikolay N. Lazarev – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 5701-5668.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 631.58; 631.582
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.004

ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ГОБУСТАН НА ФОНЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА, ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОЙ БОГАРЫ

Гусейн Мирзага оглы Фейзуллаев

Научно-исследовательский институт земледелия, Баку, Азербайджанская Республика
hfeyzulla91@gmail.com

Реферат. Одним из важных и актуальных вопросов, стоящих перед сельским хозяйством, является разработка эффективных методов борьбы с сорняками в посевах. Сорняки развиваются быстрее и сильнее культурных растений, лишая их света, воды и питательных веществ. При своевременном и качественном проведении профилактических мероприятий против сорняков предотвращается их широкое распространение в посевах. Поэтому принимаются различные агротехнические меры для уничтожения репродуктивных органов и всходов сорняков непосредственно в посевах, которые зависят от региональных особенностей технологии выращивания. Нами проведены исследования, охватывающие 2019–2021 годы, по изучению влияния различных методов выращивания на засорённость посевов. В 3-факторном (2x3x3) полевом опыте, заложенном на Джалилабадской зональной опытной станции в засушливых условиях богары Южной Мугани, была изучена засорённость посева пшеницы на фоне предшественников, способов обработки почвы и условий питания. В ходе исследования использовались стандартные методы. Так, количество сорняков на площади посева было определено в первой декаде марта и апреля путём их подсчёта на 1 м² (4 x 0,25 м²), дисперсионный анализ результатов был выполнен в программном пакете SPSS 26. Объектом исследования послужил сорт мягкой пшеницы Гобустан. По результатам исследований установлено, что наибольшая засорённость наблюдалась после предшественника-пшеницы при разовом дисковании почвы тяжёлой дисковой бороной на глубину 10–12 см, на фоне N₆₀P₆₀ + 10 т навоза, а наименьшая засорённость наблюдалась после предшественника-нута при 2-разовом дисковании почвы тяжёлой дисковой бороной на глубину 10–12 см, на фоне удобрения N₉₀P₆₀K₄₅.

Ключевые слова: севооборот, агрофитоценоз, предшественник, обработка почвы, условия питания, озимая пшеница, засорённость

WEED INFESTATION OF SOFT WHEAT CROPS OF THE VARIETY GOBUSTAN AGAINST THE BACKGROUND OF THE PREDECESSOR, TILLAGE AND NUTRITIONAL CONDITIONS IN DRY FARMING CONDITIONS

Huseyn M. Feyzullayev

Scientific Research Institute of Agriculture, Baku, Republic of Azerbaijan
hfeyzulla91@gmail.com

Abstract. One of the important and pressing issues facing agriculture is the development of effective weed control methods in crops. Weeds develop faster and stronger than cultivated plants, depriving them of light, water and nutrients. With timely and high-quality preventive measures against weeds their widespread distribution in crops is prevented. Therefore, various agrotechnical measures are taken to destroy reproductive organs and weed seedlings directly in crops, which depend on the regional characteristics of the cultivation technology. We have conducted studies covering 2019–2021 to study the influence of various cultivation methods on weed infestation of crops. In a 3-factor (2x3x3) field test laid down at the Jalilabad zonal experimental station in the arid conditions of the dry farming of South Mugani, the weed infestation of wheat sowing was studied against the background of predecessors, methods of tillage and nutritional conditions. The research used standard methods. Thus, the number of weeds in the sowing area was determined in the first decade of March and April by counting them per 1 m² (4 x 0.25 m²), the variance analysis of the results was performed in the SPSS 26 software package. The subject of the research was the soft wheat variety Gobustan. According to

**Засорённость посевов мягкой пшеницы сорта Гобустан на фоне предшественника,
обработки почвы и условий питания в условиях засушливой богары**

the research results it was found that the greatest weed infestation was observed after the wheat predecessor with a single disking of the soil with a heavy disc harrow to a depth of 10–12 cm, against the background of $N_{60}P_{60} + 10$ tons of manure, and the smallest weed infestation was observed after the predecessor – chick pea with a 2-time disking of the soil with a heavy disc harrow to a depth of 10–12 cm against the background of $N_{90}P_{60}K_{45}$ fertilization.

Keywords: crop rotation, agro-phytocoenosis, predecessor, tillage, nutritional conditions, winter wheat, weed infestation

Введение. В мире насчитывается около 30000 видов сорняков, из которых 50–200 видов наносят значительный ущерб продуктивности культурных растений [1]. Сорняки, широко распространяясь в посевах озимой пшеницы, вызывают снижение количества и качества урожая. Во многих исследованиях установлено, что засорение сорняками является одним из основных факторов, влияющих на эффективность обработки почвы [2; 3]. Поэтому основной целью является предотвращение экономического ущерба при засорении полей сорняками, создать условия для развития культурных растений [4]. Поскольку развитие сорняков происходит быстрее, чем культурных растений, они подавляют и вытесняют их [5]. Сорные растения снижают продуктивность культурных за счёт уменьшения их площади питания [6]. Кроме того, семена многих сорняков, собираются вместе с урожаем, и из-за схожести семян их трудно извлечь, что играет важную роль в засорённости посевов [7; 8]. Поскольку пшеница выращивается в разных агроклиматических условиях и режимах орошения, она засоряется разными видами сорняков. А потери урожая из-за сорных растений варьируют в зависимости от видового состава и численности [9]. Основная задача, стоящая перед современным сельским хозяйством – это разработка эффективных технологий возделывания. Вспашка приводит к увеличению затрат, что приводит к снижению рентабельности по сравнению с минимальной обработкой почвы [10; 11]. Поэтому в борьбе с сорняками важно применение энергоэффективных способов обработки.

В богарных регионах республики присутствуют различные виды сорняков, наиболее часто встречающимися в посевах зерновых является овсюг (*Avena fatua*). Основной причиной этого является повторный посев зерновых культур после зерновых [12]. Исследования показали, что при соблюдении агротехнических приёмов количество сорняков значительно уменьшается, фитосанитарные условия почвы улучшаются, распространение болезней и вредителей сокращается, а наименьшее использование химических методов борьбы приводит к производству экологически чистых продуктов и способствует защите окружающей среды от загрязнения. В связи с этим целесообразно использовать в качестве предшественника

зернобобовые культуры [13].

Таким образом, целью наших исследований было изучение оптимальных методов возделывания, предотвращающих появление сорняков при производстве мягкой пшеницы в богарных условиях.

Материалы и методика. Исследования проводились в 3-факторном ($2 \times 3 \times 3$) полевом опыте, поставленном в Джалилабадской зональной опытной станции (ЗОС) в богарных условиях Южной Мугини Азербайджанской Республики в посеве пшеницы сорта Гобустан.

Схема 3-факторного ($2 \times 3 \times 3$) полевого опыта:

Предшественники: а) озимая пшеница; б) нут.

Обработка почвы: а) традиционная обработка почвы (вспашка на глубину 20–22 см + дискование + боронование); б) двукратное дискование на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной; в) разовое дискование на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной.

Условия питания: а) без удобрения; б) $N_{60}P_{60} + 10$ т навоза; в) $N_{90}P_{60}K_{45}$.

Экспериментальный участок был разделён на три варианта обработки почвы после каждого предшественника, каждый вариант обработки разделён на три варианта удобрения площадью 50,4 м² (3,6 м x 14 м) с расстоянием в 0,6 м между ними.

В первой декаде марта и апреля подсчёт сорняков производился на 1 м² (4x0,25 м²) для каждого варианта опыта, дисперсионный анализ полученных результатов выполнен в программном пакете SPSS 26.

Почва опытного участка – промытый коричневый (каштановый) почвенный покров. Так, показатель pH в посадочном слое колеблется в пределах 5,7–6,5, что свидетельствует о слабокислой реакции почвы. Количество гумуса составляет 2–2,5%, а общее количество азота – 0,16–0,19%. Количество подвижного фосфора и обменного калия в 1 кг почвы составило 12,5–13,1 мг и 315–328 мг соответственно. По мере углубления профиля эти показатели уменьшаются. Количество физической глины составляет 52–72%, и по гранулометрическому составу эти почвы относятся к тяжёлым суглинистым и глинистым. Плотность почвы равнялась 1,22–1,28 г/см³ в верхнем слое, 1,34–1,37 г/см³ – в слое 0–50 см и 1,42–1,48 г/см³ –

в слое 0–100 см. Признаков вредных солей в почве не было. Поскольку большая часть территории находится за пределами ирригационной зоны, эти земли в основном используются в богарном земледелии.

Среднегодовая температура здесь составляет 14,1°C, а сумма активных температур за вегетационный период составляет 4300–4400°C. Количество безморозных дней составляет 250–280, а количество осадков колеблется с севера на юг в интервале от 300 до 450 мм. Осадки распределяются неравномерно в течение года и выпадают в основном весной и осенью [14].

Результаты и их обсуждение. Среднее значение результатов, полученных за 2019–2021 годы исследования, отражено на графиках рисунков 1 и 2. Было установлено, что, независимо от обработки почвы, количество сорняков в 1-й декаде марта было больше, чем в 1-й декаде апреля. Однако наибольшее количество сорняков в обоих указанных сроках наблюдалось при однократном дисковании на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной (58,9–14,4 шт./м²), на фоне N₆₀P₆₀ + 10 т навоза после предшественника-пшеницы – озимая пшеница. В целом в вариантах с внесением навоза засорённость посевов была больше.

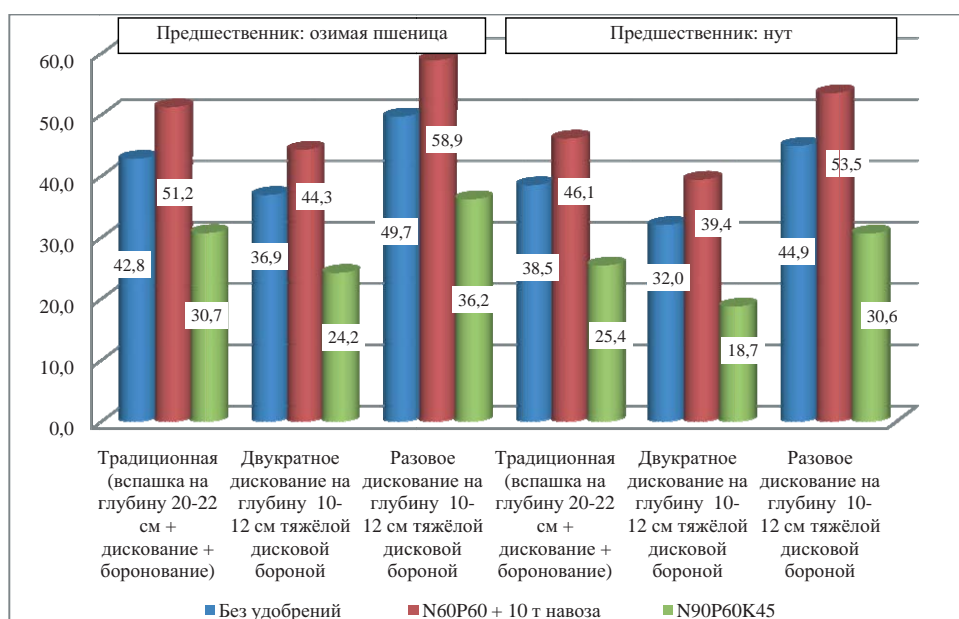


Рисунок 1 – Количество сорняков под сортом мягкой пшеницы Гобустан в зависимости от возделывания в 1-й декаде марта, шт./м² (среднее за 2019–2021 гг.)

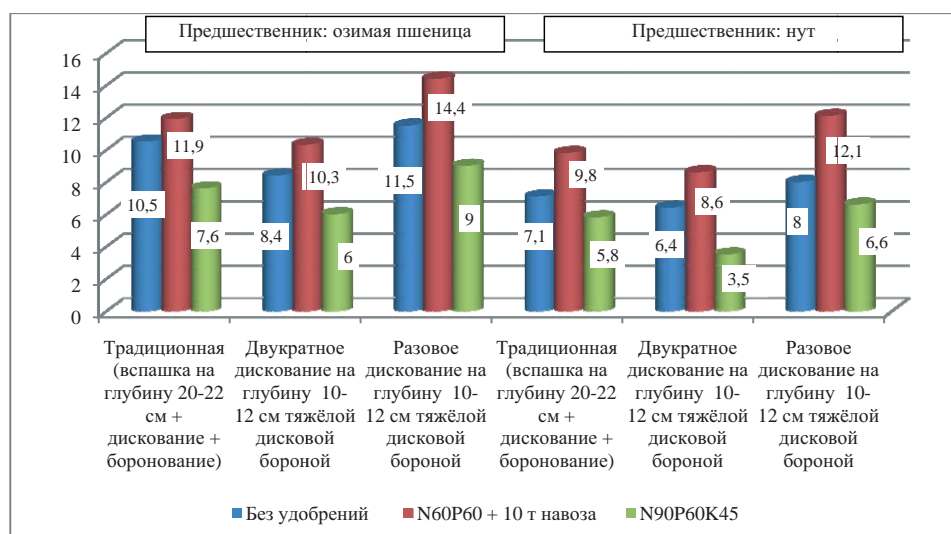


Рисунок 2 – Количество сорняков под сортом мягкой пшеницы Гобустан в зависимости от возделывания в 1-й декаде апреля, шт./м² (среднее за 2019–2021 гг.)

Засорённость посевов мягкой пшеницы сорта Гобустан на фоне предшественника, обработки почвы и условий питания в условиях засушливой богары

Таблица 1 – Многофакторный дисперсионный анализ влияния факторов на численность сорняков в посевах мягкой пшеницы сорта Гобустан (среднее за 2019–2021 гг.)

Фактор	Степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	F	Степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	F
Предшественник	1	470,222	470,222	39,303**	1	110,014	110,014	19,528**
Обработка почвы	2	2028,028	1014,014	84,755**	2	108,111	54,056	9,595**
Условия питания	2	5509,528	2754,764	230,253**	2	266,861	133,431	23,684**

Примечание: ** – значимо при уровне вероятности 0,01.

В посевах после нута установлена меньшая засорённость по сравнению с предшественником – озимой пшеницей.

Наименьшая засорённость посевов была отмечена в 1-й декаде марта и апреля после нута в варианте удобрения $N_{90}P_{60}K_{45}$ при двукратном попережном дисковании на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной, что составило 18,7 и 3,5 шт./м² соответственно.

Согласно проведённому дисперсионному анализу, влияние отдельных факторов было достоверным при уровне значимости 0,01 (табл. 1).

Результаты дисперсионного анализа по критерию Дункана показывают, что наименьшая засорённость посева среди вариантов была получена при двукратном дисковании почвы тяжёлой дисковой бороной на глубину 10–12 см, при варианте удобрения $N_{90}P_{60}K_{45}$. Таким образом, применение двукратной дисковой обработки предотвраща-

ет развитие и распространение сорняков за счёт увеличения густоты посевов.

Выводы. В ходе проведённого исследования были сделаны выводы:

1. Относительно небольшая засорённость озимой пшеницы была получена в варианте её посева после нута.

2. Наибольшее количество сорных растений при разовом дисковании на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной, а наименьшее количество – при двукратном.

3. Наибольшая засорённость была отмечена на фоне $N_{60}P_{60} + 10$ т навоза, а наименьшая – в варианте $N_{90}P_{60}K_{45}$.

4. В оптимальном варианте исследования, на фоне $N_{60}P_{60} + 10$ т навоза и варианта с двукратным дискованием на глубину 10–12 см тяжёлой дисковой бороной засорённость была ниже экономического порога вредоносности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Marwat S. Kh., Usman Kh., Khan N. [et al.] Weeds of Wheat Crop and Their Control Strategies in Dera Ismail Khan District, Khyber Pakhtun Khwa, Pakistan // American Journal of Plant Sciences. 2013. Vol. 4, № 1. P. 66–76. DOI 10.4236/ajps.2013.41011.
2. Корчагина И. А., Кожевина М. Н., Юшкевич Л. В. Засоренность посевов пшеницы мягкой яровой в лесостепи Западной Сибири // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии : сб. докладов XXI международ. науч.-практ. конф. (Улан-Батор, 20–21 сентября 2018 г.). Краснообск : Изд-во Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, 2018. С. 91–93. ISBN 978-5-6041597-1-2.
3. Корчагина И. А., Кожевина М. Н. Гербицидная прополка посевов и урожайность зерна яровой пшеницы по группам спелости в лесостепи Западной Сибири // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. статей XII Международ. науч.-практ. конф. (Барнаул, 07–08 февраля 2017 г.). Кн. 2. Барнаул : Изд-во Алтайский ГАУ, 2017. С. 148–150. EDN YSNVJT.
4. Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павликова Е. В. Влияние различных агроприёмов на засоренность посевов и формирование урожая яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (76). С. 5–8. ISSN 1996-4277.
5. Mahmood Kh., Khan M. B., Hussain M. [et al.] Weed Management in Wheat Field (*Triticum aestivum*) using Allelopathic Crop Water Extracts // International Journal of Agriculture & Biology. 2009. Vol. 11, No. 6. P. 751–755.
6. Siddiqui I., Bajwa R., Zil-e-huma [et al.] Effect of six problematic weeds on growth and yield of wheat // Pakistan Journal of Botany. 2010. Vol. 42 (4). P. 2461–2471.
7. Wilson C. E., Castro K. L., Thurston G. B. [et al.] Pathway risk analysis of weed seeds in imported grain: A Canadian perspective // NeoBiota. Proceedings of 13th International EMAPi conference. Waikoloa, Hawaii, 2016. Vol. 30. P. 49–74. DOI:10.3897/NEOBIOTA.30.7502.
8. Michael P. J., Owen M. J., Powles S. B. Herbicide-Resistant Weed Seeds Contaminate Grain Sown in the Western Australian Grainbelt // Weed Science. 2010. Vol. 58 (4). P. 466–472. DOI 10.1614/WS-D-09-00082.1.

9. Chhokar R. S., Sharma R. K., Sharma I. Weed management strategies in wheat-A review // Journal of wheat research. 2012. Vol. 4 (2). P. 1–21.
10. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованны // Земледелие. 2006. № 6. С. 20–22. ISSN 0044-3913.
11. Шаббаев А. И., Жолинский Н. М., Азизов Н. М. [и др.] Ресурсосберегающая почвозащитная обработка в агроландшафтах Поволжья // Земледелие. 2007. № 1. С. 20–22. ISSN 0044-3913.
12. Rzayev M. Y., Mahmudov R. U. Azərbaycanın müxtəlif bölgələrinin taxıl əkinlərində alaqların yayılması // ƏETİ-nin elmi əsərlər məcmuəsi. 2005. XXI cild. S. 217–221.
13. Mirzəyev R. S., Əmirov L. Ə. Bəzi ərzaq paxlalı bitkilərinin assimilyasiya səthinin, yerüstü quru biokütləsinin vegetasiya ərzində dəyişməsi və qaz mübadiləsi // ƏET-nin elmi əsərlər məcmuəsi. 2013. XXIV cild. S. 131–137.
14. Məmmədova S. Z. Azərbaycanın Lənkəran vilayəti torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi və monitorinqi. Bakı : «Elm», 2006. S. 18, 173.

References

1. Marwat S. Kh., Usman Kh., Khan N. [et al.] Weeds of Wheat Crop and Their Control Strategies in Dera Ismail Khan District, Khyber Pakhtun Khwa, Pakistan // American Journal of Plant Sciences. 2013. Vol. 4, № 1. P. 66–76. DOI 10.4236/ajps.2013.41011.
2. Korchagina I. A., Kozhevina M. N., Yushkevich L. V. Zasorennost' posevov pshenicy myagkoj yarovoj v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Agrarnaya nauka – sel'skohozyajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazahstana, Belarusi i Bolgarii : sb. dokladov XXI mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Ulan-Bator, 20–21 sentyabrya 2018 g.). Krasnoobsk : Izd-vo Sibirskij federal'nyj nauchnyj centr agrobiotekhnologij RAN, 2018. С. 91–93. ISBN 978-5-6041597-1-2.
3. Korchagina I. A., Kozhevina M. N. Gerbicidnaya propolka posevov i urozhajnost' zerna yarovoj pshenicy po gruppam spelosti v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu : sb. statej XII Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 07–08 fevralya 2017 g.). Kn. 2. Barnaul : Izd-vo Altajskij GAU, 2017. S. 148–150. EDN YSNVJT.
4. Orlov A. N., Tkachuk O. A., Pavlikova E. V. Vliyanie razlichnyh agropriyomov na zasorennost' posevov i formirovanie urozhaya yarovoj pshenicy // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 2 (76). С. 5–8. ISSN 1996-4277.
5. Mahmood Kh., Khan M. B., Hussain M. [et al.] Weed Management in Wheat Field (Triticum aestivum) using Allelopathic Crop Water Extracts // International Journal of Agriculture & Biology. 2009. Vol. 11, No. 6. P. 751–755.
6. Siddiqui I., Bajwa R., Zil-e-huma [et al.] Effect of six problematic weeds on growth and yield of wheat // Pakistan Journal of Botany. 2010. Vol. 42 (4). P. 2461–2471.
7. Wilson C. E., Castro K. L., Thurston G. B. [et al.] Pathway risk analysis of weed seeds in imported grain: A Canadian perspective // NeoBiota. Proceedings of 13th International EMAPi conference. Waikoloa, Hawaii, 2016. Vol. 30. P. 49–74. DOI:10.3897/NEOBIOTA.30.7502.
8. Michael P. J., Owen M. J., Powles S. B. Herbicide-Resistant Weed Seeds Contaminate Grain Sown in the Western Australian Grainbelt // Weed Science. 2010. Vol. 58 (4). P. 466–472. DOI 10.1614/WS-D-09-00082.1.
9. Chhokar R. S., Sharma R. K., Sharma I. Weed management strategies in wheat-A review // Journal of wheat research. 2012. Vol. 4 (2). P. 1–21.
10. Cherkasov G. N., Pykhtin I. G. Kombinirovannye sistemy osnovnoj obrabotki naibolee effektivny i obosnovanny // Zemledelie. 2006. № 6. С. 20–22. ISSN 0044-3913.
11. Shabaev A. I., Zholin N. M., Azizov N. M. [i dr.] Resursosberegayushchaya pochvozashchitnaya obrabotka v agrolandshaftah Povolzh'ya // Zemledelie. 2007. № 1. С. 20–22. ISSN 0044-3913.
12. Rzayev M. Y., Mahmudov R. U. Azərbaycanın müxtəlif bölgələrinin taxıl əkinlərində alaqların yayılması // ƏETİ-nin elmi əsərlər məcmuəsi. 2005. XXI cild. S. 217–221.
13. Mirzəyev R. S., Əmirov L. Ə. Bəzi ərzaq paxlalı bitkilərinin assimilyasiya səthinin, yerüstü quru biokütləsinin vegetasiya ərzində dəyişməsi və qaz mübadiləsi // ƏET-nin elmi əsərlər məcmuəsi. 2013. XXIV cild. S. 131–137.
14. Məmmədova S. Z. Azərbaycanın Lənkəran vilayəti torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi və monitorinqi. Bakı : "Elm", 2006. S. 18, 173.

Сведения об авторе

Гусейн Мирзага оглы Фейзуллаев – доктор философии аграрных наук, научный сотрудник, Научно-исследовательский институт земледелия, Азербайджанская Республика, hfeyzulla91@gmail.com.

Information about the author

Huseyn M. Feyzullayev – Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, Research Institute of Crop Husbandry, The Republic of Azerbaijan, hfeyzulla91@gmail.com.

Засорённость посевов мягкой пшеницы сорта Гобустан на фоне предшественника, обработки почвы и условий питания в условиях засушливой богары

Научная статья
 УДК 639.111.4:574.34
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.005

СЕВЕРНЫЕ ОЛЕНИ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

**А. В. Давыдов¹, Е. В. Кириллин², И. М. Охлопков³, Н. А. Моргунов⁴,
 М. К. Чугреев⁵, И. С. Ткачева⁶**

^{1, 4, 5, 6}Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства,
 Москва, Россия

^{2, 3}Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
 Российской академии наук, Якутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Михаил Константинович Чугреев, chugreev_mk@mail.ru

Реферат. В статье анализируется состояние ресурсов северного оленя в тундровой зоне Якутии. 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 тундровых популяций. Дается краткое описание состояния оленеводства и породный состав домашних северных оленей.

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

REINDEER OF THE TUNDRA ZONE OF YAKUTIA

**A. V. Davydov¹, E. V. Kirillin², I. M. Okhlopov³, N. A. Morgunov⁴,
 M. K. Chugreev⁵, I. S. Tkacheva⁶**

^{1, 4, 5, 6}Federal State Budgetary Institution Federal Research Center for Development
 of Game Management, Moscow, Russia

^{2, 3}Institute for Biological Problems of Cryolithozone of Siberian Branch of RAS,
 Yakutsk, Russia

Author responsible for correspondence: Mikhail K. Chugreev, chugreev_mk@mail.ru

Abstract. The article analyzes the state of reindeer resources in the tundra zone of Yakutia. Data on the status of deer, their distribution, number, morphological features, habitus, migrations, way of live, gender and age structure, herding, reproduction, nutrition, etc. are provided. Issues of protection and use of tundra population resources are considered. A brief description of the state of reindeer husbandry and the breed composition of domestic reindeer is given.

Keywords: wild reindeer, Yakutia, population, state of resources, domestic reindeer, reindeer husbandry

Введение. Данная статья продолжает серию публикаций о ресурсах северного оленя в регионах России [1; 2; 3; 4; 5].

Северный олень – уникальный вид, требующий особого внимания к сохранению и использованию его ресурсов. Этот вид занимает важнейшее место в экосистемах тундры и тайги, является ценным промысловым ресурсом, составляет основу животноводства в северных регионах. Он до сих пор остаётся важным компонентом традиционного природопользования коренных малочисленных

народов. Благодаря ему сохраняется самобытная культура кочевых охотников и оленеводов, жизнь которых неразрывно связана с этим животным.

Изучение популяций северного оленя является необходимым условием для успешного решения вопросов сохранения и рационального использования ресурсов этого уникального вида. Научных публикаций, посвящённых исследованиям популяций этого вида в различных регионах России много, но в основном они затрагивают изучение лишь отдельных популяционно-биологических показа-

исключением небольшого участка между р. Леной и р. Омолой. Затем последовал очередной спад численности, который привёл к разобщению оленей, обитающих по обе стороны от р. Лены. В настоящее время оленей крайне мало на всём протяжении от р. Лены до р. Индигирки. Численность оленей в тундровых популяциях Якутии оценивается в 114 тыс. особей.

В начале 60-х годов XX века при авиаобследовании тундровой зоны Якутии были выделены три мигрирующие популяции: лено-олёнёкская, яно-индигирская и сундруская [10]. С того времени эти популяции являются постоянными объектами мониторинга. Современное их географическое размещение показано на рисунке 1.

Лено-олёнёкская популяция занимает ареал между реками Анабар и Лена. До 60-х годов прошлого века подавляющее большинство оленей этой популяции проводило лето в западной части дельты р. Лены и на хребте Чекановского, а меньшая часть – в восточной части дельты. С начала 60-х годов почти всё поголовье в летний период стало концентрироваться в дельте р. Лены [15]. Зимние пастбища преимущественно находились в анабаро-олёнёкском междуречье в верховьях рек Бур, Буолкала, Уджи. Небольшая часть оленей, обитавшая летом в восточной части дельты, зимовала на хребтах Хараулахском и Туора-Сис, расположенных на правом берегу р. Лены [9]. В 1963–1965 гг. лено-олёнёкская популяция насчитывала примерно 20 тыс. особей оленей [15].

В 70-х годах прошлого века усть-ленское стадо находилось под сильным промысловым прессингом, причём добыча велась не только на суше, но и на переправах через Олёнёкскую протоку. В 1985 г. в дельте насчитывалось около 25 тыс. оленей, но уже к концу 90-х годов сюда на лето заходило не более 1–2 тыс. оленей [16].

С 80-х годов стала расти численность оленей на левом берегу р. Лены, при этом область их обитания расширилась до р. Анабар. Олени стали чаще зимовать в лено-олёнёкском междуречье. Также прекратились их зимовки на правом берегу р. Лены [9].

В последние десятилетия олени в зимний период заселяют бассейны рек Муны и Моторчуна, а отдельные стада к югу от этих мест достигают верховьев рек Силигира, Тюрги, Линде [17; 9]. Отмечены и более южные зимовки по левым притокам р. Вилкой. В 2010 г., по данным слежения за оленями, оснащёнными ошейниками со спутниковыми передатчиками, крупные зимние скопления животных численностью около 50–60 тыс. особей наблюдались в среднем течении р. Мархи [18].

В 2009 г. на пике численности поголовье оленей лено-олёнёкской популяции составляло 95,4 тыс. особей [15]. Современная численность попу-

ляции, исходя из результатов авиаучёта 2018 г., оценивается в 84 тыс. особей. Увеличение численности в последние десятилетия связывают с миграциями оленей с полуострова Таймыр. В отдельные годы таймырские олени проникают вглубь Якутии на расстояние до 250 км, но бывают годы, когда они лишь краем заходят в приграничные районы. По некоторым оценкам, в бассейнах левых притоков р. Анабар и р. Бол. Куонамки, верховьев р. Олёнёк и её левых притоков ежегодно может оставаться около 7–8 тыс. таймырских оленей [9].

Не исключено, что рост численности популяции с миграциями оленей с Таймыра не связан или связан слабо. Дистанционное слежение за животными, оснащёнными ошейниками со спутниковыми передатчиками, показало, что таймырские олени действительно в период миграций заходят в западные районы Якутии и частично остаются там [19; 20], но их контакты с оленями лено-олёнёкской популяции ограничены, так как зимние пастбища последних находятся восточнее.

Ареал яно-индигирской популяции до 90-х годов прошлого века охватывал междуречье р. Яны и р. Индигирки и прилегающую к нему территорию, протянувшись с севера на юг от побережья пролива Дмитрия Лаптева до северных отрогов Черского хребта. Зимние места обитания простирались от хребта Кулар, правых притоков р. Омолой и левых притоков р. Яны на западе до хребтов Момский, Улахан-Чистай и Алазейского плоскогорья – на востоке. Основное поголовье оленей зимовало в междуречьях рек Джанкы, Абырабыт, Ольдэ, на кряже Андрей-Тас, в центральной части Момо-Селенняхской впадины. Позже олени перестали зимовать южнее Полуосного хребта [9].

В середине 60-х годов в яно-индигирской популяции насчитывали около 50 тыс. оленей. До середины 90-х годов она была самой крупной на территории Якутии. В 1987 г. отмечен пик её численности – 130,4 тыс. особей, затем поголовье популяции стало катастрофически сокращаться. Основной причиной сокращения стал промысел, который вёлся в масштабах, существенно превышающих воспроизводственный потенциал популяции.

В начале 2000-х годов численность популяции составляла 30–40 тыс. особей, а уже в 2012 г. – 1,5–2,0 тыс. особей [21]. Современная численность, по данным специалистов и учёных Якутии, вряд ли превышает 2,0 тыс. особей. В настоящее время ареал популяции ограничивается лишь небольшим участком в районе залива Хромская губа. В зимний период олени, вероятно, откочёвывают южнее, но дальних миграций уже не совершают.

Сундруская популяция известна с 1965 г., когда на хр. Улахан-Сис обнаружили скопление оленей численностью около 10 тыс. особей. Ареал

популяции охватывает территорию от р. Индигирки до р. Колымы и от арктического побережья до верховьев р. Алазеи.

Летний период олени преимущественно проводят в прибрежной части Колымской низменности в бассейнах рек Сундрун, Алазея, Мал. и Бол. Куропаточья. Некоторые стада на западе проникают в устье Индигирки, а на востоке достигают р. Гальгаваам, реке р. Бол. Чукочья. На зиму олени уходят на хребет Улахан-Сис или идут дальше на Алазейский хребет [9].

В 1975 году численность популяции оценивалась в количестве 22 тыс. особей, а в начале 90-х годов – около 40 тыс. особей [22; 9]. Современная её численность составляет около 28 тыс. особей.

Помимо мигрирующих на материке имеются и мелкие популяции оседлых оленей, которые обитают в дельте р. Лены, на северо-востоке региона (район ресурсного резервата «Курдигино-Крестовая» и, возможно, на других участках арктического побережья).

Морфологическая характеристика

Внешний вид диких северных оленей тундровой зоны Якутии представлен на рисунках 2 и 3. Размерные и весовые показатели указаны в таблицах 1–8.

Олени сундрунской популяции, в сравнении с другими якутскими тундровыми оленями, в среднем имеют большую длину тела относительно высоты в холке. Возможно, на формирование их



фото А. А. Кривошапкина

Рисунок 2 – Важенки с телятами (р. Оленёк)



фото Е. В. Кириллина

Рисунок 3 – Взрослый самец (р. Оленёк)

Таблица 1 – Размеры тела, живая масса и масса туши взрослых самцов диких северных оленей тундровой зоны Якутии [10]

Промеры и масса животных	Дельта р. Лены (n = 10)		Яно-Индигирская тундра (n = 11)	
	$\bar{X} \pm m$	lim	$\bar{X} \pm m$	lim
Длина тела, см	198,4±1,8	189–206	208,7±1,0	204–214
Длина туловища, см	124,6±1,2	118–130	135,5±1,3	130–142
Высота в холке, см	126,7±0,6	125–131	132,5±0,7	130–135
Высота в крестце, см	131,4±0,4	128–134	137,5±0,7	135–142
Обхват груди, см	134,3±0,8	124–145	166,5±3,7	146–182
Длина уха, см	14,0	14–14	13,6±0,6	12–14
Длина хвоста, см	15,7±0,2	15–16	14,0±0,4	12–17
Длина ступни, см	59,0±0,4	57–60	59,1±0,3	58–61
Длина передней ноги, см	77,4±0,6	74–79	77,5±0,6	75–82
Длина пясти, см	41,3±0,3	40–42	39,9±0,1	39–42
Живая масса, кг	163,7±5,8	147–185	194,5±3,4	180–210
Масса туши, кг	95,9±3,7	87–109	116,9±2,1	110–131

Таблица 2 – Размеры тела и масса взрослых самцов диких северных оленей (n = 13) яно-индигирской популяции [23]

Промеры и масса животных	$\bar{X} \pm m$	lim
Высота в холке, см	119,9±1,0	116–128
Длина туловища, см	120,5±1,8	107–130
Обхват груди, см	131,4±1,1	125–137
Длина передней ноги, см	69,6±0,9	62–85
Глубина груди, см	57,8±0,9	55–60
Обхват пясти, см	13,2±0,4	12–15
Живая масса, кг	155,8±1,6	150–164

Таблица 3 – Размеры тела взрослых самцов диких северных оленей тундровой зоны Якутии, см [24]

Промеры животных	Яно-индигирская популяция			Сундрунская популяция		
	n	$\bar{X} \pm m$	lim	n	$\bar{X} \pm m$	lim
Длина тела	3	186,6	183–190	7	205,7±0,0	202–210
Длина туловища	6	118,8	115–125	1	115	–
Высота в холке	7	126,7	111–135	1	75	–
Обхват груди	5	127,2±0,6	123–130	1	161	–
Длина уха	6	14,5	13–16,5	7	15,8±0,0	11,5–21
Длина хвоста	10	16,7±0,8	12–21	7	15,7±0,0	12,5–18
Длина ступни	7	56,9±0,0	53,5–61,5	7	58,3±0,0	55–62
Длина передней ноги	3	75	74–76	1	75	–

Таблица 4 – Размеры черепа взрослых самцов диких северных оленей тундровой зоны Якутии, мм [10]

Промеры	Дельта р. Лены (<i>n</i> = 7)		Яно-Индибирская тундра (<i>n</i> = 12)	
	$\bar{X} \pm m$	lim	$\bar{X} \pm m$	lim
Наибольшая длина	390,0±2,8	380–397	410,3±1,9	403–427
Основная длина	350,4±2,3	343–356	370,7±1,7	363–385
Кондилобазальная длина	373,3±1,9	365–378	393,4±2,0	384–408
Длина лицевой части*	280,1±0,8	278–282	297,0±2,6	283–306
Наибольшая ширина	172,9±3,8	159–186	182,6±0,6	178–185
Мастоидная ширина	113,9±0,7	111–116	118,7±0,8	115–123
Расстояние между затылочными мыщелками	73,8±1,0	69,1–76,0	74,9±0,7	71,0–78,0
Длина зубного ряда	93,2±2,1	82,2–97,8	96,6±0,8	91,8–101
Длина носовых костей	113,9±1,1	109–117	126,5±1,1	112–144

*Примечание: длина лицевой части представляется преувеличенной.

Таблица 5 – Размеры черепа взрослых самцов диких северных оленей (*n* = 27) лено-оленёкской популяции, мм [12]

Промеры	$\bar{X} \pm m$	lim
Наибольшая длина	381,5±3,1	358–407
Основная длина	371,7±2,2	353–394
Длина лицевой части	221,3±1,7	278–282
Наибольшая ширина	137,9±1,3	123–147
Длина зубного ряда	93,4±0,9	86–103

Таблица 6 – Размеры черепа взрослых самцов диких северных оленей тундровой зоны Якутии, мм [24]

Промеры	Яно-индибирская популяция			Сундрунская популяция		
	<i>n</i>	$\bar{X} \pm m$	lim	<i>n</i>	$\bar{X} \pm m$	lim
Наибольшая длина	8	392,5±0,0	364,7–408,8	3	405,6	393,3–412,3
Основная длина	8	348,1±0,5	328,9–368	3	357,1	349,1–361,1
Длина лицевой части	8	277,8±0,0	257,7–293,6	3	285,0	273,8–293,6
Наибольшая ширина	9	168,5±0,1	159,5–177,1	2	174,2	172,8–175,5
Мастоидная ширина	8	126,1±0,0	118,3–137,7	3	133,5	128,5–136,1
Длина зубного ряда	10	90,8±0,0	78,0–98,8	3	85,3	83,6–86,7

экстерьера повлияло скрещивание с домашними оленями породы харгин, которые выпасаются в ареале популяции. Отчасти это подтверждается тем, что в стадах фиксируются особи с окраской волосяного покрова, характерной для домашних оленей [24].

Особенности экологии

Места обитания, миграции. Летний период основная масса диких тундровых оленей проводит в приморских равнинных низменностях в полосе северных субарктических тундр.

Особенностью летнего размещения оленей является наличие стад, в составе которых находятся преимущественно самцы или самки с телятами. При этом такие стада могут находиться на значительном расстоянии друг от друга, образуя «самцовые» и «маточные» группировки. В прошлом в составе лено-оленёкской популяции выделяли «самцовую» анабарскую и «маточную» – булунскую группировки; в составе яно-индибирской популяции – «самцовую» хромо-индибирскую и «маточную» яно-омуляхскую группировки [9].

Таблица 7 – Размеры черепа диких северных оленей яно-индигирской популяции (из коллекции музея МГУ), мм

Промеры	Взр. самец 3-х лет	Взр. самки, (n = 5)	Самец 1,5 года	Самцы-телята (n = 3)
Наибольшая длина	385,0	328,8	342	289,0
Основная длина	347,0	299,8	306	262,0
Кондилобазальная длина	370,0	320,0	328	284,5
Анатомическая лицевая ось	279,0	238,4	244	207,8
Длина лицевой части	233,0	200,6	205	170,0
Анатомическая мозговая ось	118,0	110,2	112	100,0
Орбитно-мозговая длина	151,0	134,8	141	123,7
Наибольшая ширина	167,0	153,2	157	138,7
Ширина на уровне межчелюстных костей	74,0	60,0	61	48,8
Наименьшая ширина лба	99,0	91,4	99	86,3
Скуловая ширина	145,0	127,6	130	116,3
Ширина между надушными буграми	126,0	101,8	107	89,8
Ширина затылочной плоскости	92,0	68,8	71	63,7
Расстояние между затылочными мыщелками	73,0	63,6	69	66,0
Длина верхнего ряда зубов	93,0	92,0	96	86,0
Наименьшая ширина носовых костей	25,0	25,2	25	21,3
Наибольшая ширина носовых костей	64,0	57,0	62	48,0
Длина лобных костей	170,0	136,4	148	128,7
Высота затылочной плоскости	83,0	71,0	72	65,8
Высота рыла	58,0	54,4	55	46,3
Ширина мозговой части	102,0	92,0	97	88,0
Длина носовых костей	118,0	99,3	104	79,0
Длина диастемы верхней челюсти	124,0	109,2	116	95,3
Длина нижнего ряда зубов	103,0	102,6	104	84,3
Длина диастемы нижней челюсти	105,0	89,4	102	76,8
Длина нижней челюсти до пяточного выступа	285	256,2	264	223,3

Таблица 8 – Живая масса и масса туши диких северных оленей яно-индигирской популяции, кг [9]

Сезон года	Взр. самцы		Взр. самки		Телята*	
	Живая масса	Масса туши	Живая масса	Масса туши	Живая масса	Масса туши
Август-сентябрь	155,9±2,6 (n = 15)	69,3±1,9 (n = 60)	90,5±2,7 (n = 10)	47,7±1,2 (n = 15)	–	32,8±1,2 (n = 14)
Октябрь	136,5±4,1 (n = 17)	57,0±6,1 (n = 10)	70,2±5,2 (n = 18)	42,2±1,1 (n = 25)	44,8±2,9 (n = 4)	23,8±1,1 (n = 15)
Март	86,7±3,4 (n = 5)	48,6±4,0 (n = 5)	75,2±5,3 (n = 5)	41,4±1,5 (n = 8)	–	23
Май	117,6±13,3 (n = 5)	66,1±8,6 (n = 4)	–	–	–	–

*Примечание: у 4-х новорождённых телят живая масса составляла 5,0–6,8 кг (в среднем 6,1 кг).

С конца июля олени начинают уходить с летних пастбищ. В августе-сентябре они уже выпасаются в полосе южных тундр и притундровых лесов, а также в прилегающих к ним горных долинах. В начале октября начинаются массовые миграции животных на зимние пастбища.

Олени лено-оленёкской популяции обычно покидают тундру довольно рано, начиная с конца июля – августа, и в целом находятся на летних пастбищах не более 3-х месяцев. При прохладной погоде животные могут уходить из тундры уже во второй половине июля. Миграционные пути

большей частью проходят по лесистой равнинной местности и не характеризуются постоянством. В процессе движения стада распадаются на мелкие группы [17]. Ширина миграционных потоков на открытой местности достигает 20–70 км, а сами потоки растягиваются на 200–300 км. Как правило, отмечают несколько волн прохождения оленей по маршруту [9].

Несколько иной характер миграций отмечался у оленей яно-индигирской популяции. Они дольше оставались на летних пастбищах – до 4-х месяцев, вероятно, по причине более высокой продуктивности пастбищ. К востоку от р. Лены меньше моховых и больше пушице-осоковых тундр. Миграции шли широким фронтом, составляющим 500–700 км. При этом из-за наличия выраженного горного рельефа маршруты пролегали по относительно постоянным коридорам, удобным для прохождения. Протяжённость миграционных маршрутов достигала 1000 км [9].

Олени сундрусской популяции проявляют высокую мобильность не только в периоды сезонных миграций, но и летом. В летний период протяжённость их перемещений может достигать 370–400 км, что немного уступает протяжённости их сезонных миграций. Сундрусские олени, в отличие от оленей других тундровых популяций, не стремятся в середине лета выходить на морское побережье, которое в северо-восточной части Якутии мало пригодно для обитания, а предпочитают кочевать по тундре. В августе-сентябре они держатся как в низменных субарктических тундрах, так и на возвышенностях Кондаковского плоскогорья, на хребтах Улахан-Сис и Суор-Уйата, а в октябре у них начинается осенняя миграция на юг в сторону Алазейского плоскогорья [9].

В ноябре-декабре олени тундровых популяций распределяются по зимним пастбищам, рассеиваясь по территории небольшими группами, обычно не превышающими двух десятков особей. В конце зимнего периода происходит укрупнение стад, а в марте начинается весеннее движение оленей на север. Первыми трогаются в путь стельные самки с молодняком. С ними идёт лишь 7–8% взрослых самцов, среди которых преобладают 2–3-летние особи, которые обычно держатся в конце миграционных потоков. В апреле начинают движение остальные группы – взрослые самцы и оставшиеся самки с молодняком. При этом часть взрослых самцов может задерживаться в таёжных и горно-таёжных областях вплоть до мая и даже оставаться здесь на весь летний период. В отличие от осенних миграций стельные самки с молодняком идут к местам отёла и летовок более прямыми и короткими путями, стараясь использовать набитые тропы, при этом часто останавливаются на продолжительный отдых и кормёжку. На места отёла стельные самки с молодняком выходят в конце мая – начале июня [9].

Для сундрусской популяции характерны более ранние сроки весенних миграций – в конце марта олени этой популяции уже находятся на горно-тундровых пастбищах хребтов Улахан-Сис и Суор-Уйата и Кондаковского плоскогорья. В конце апреля маточные стада нередко уже выходят на отельные места, расположенные в равнинной тундре [9].

Половозрастная структура, стадность (табл. 9–12). В 60-х годах прошлого века в тундровых популяциях Якутии доля взрослых самцов составляла 17,0% от всей численности животных, доля взрослых самок – 34,6%, доля молодняка –

Таблица 9 – Половозрастная структура лено-оленёкской, яно-индигирской и сундрусской популяций дикого северного оленя в 2000–2001 гг., % [17]

Половозрастная группа	Популяция		
	лено-оленёкская	яно-индигирская	сундруская
Взр. самцы	27,1	37,5	21,0
Взр. самки	34,0	34,4	38,0
Молодняк 1–2 лет	17,8	14,3	23,7
Телята	21,1	13,8	17,3

Таблица 10 – Возрастная структура взрослой части яно-индигирской популяции, % [9]

Возраст, лет	Самцы	Самки	Всего
3–4	43,1	47,5	45,8
5–7	46,5	30,4	36,5
8–10	9,2	14,6	12,6
11 и старше	1,2	7,5	5,1

Таблица 11 – Сезонные изменения стадности яно-индигирской популяции (без учёта единичных особей и пар) в 1986–1989 гг. [9]

Месяц	Всего оленей, особей	Число групп	Средний размер группы, особей
Июнь	986	290	3
Июль	245443	583	421
Август	2233	203	11
Сентябрь	6204	33	188
Октябрь	28305	629	45
Ноябрь	2745	183	15
Декабрь-февраль	3530	216	16
Март	11024	208	53
Апрель	42470	155	274

Таблица 12 – Ход отёла в яно-индигирской популяции в 1988 г. [9]

Период	Взр. самки, особей	Телята, особей	Взр. самки с телятами, %
29–31.05	2387	15	0,6
01–05.06	2730	13	0,5
06–10.06	739	30	4,1
11–15.06	184	78	42,4
10–20.06	1292	829	64,2
21–25.06	1138	707	62,1

48,4%, из них больше половины – телята текущего года [10].

В начале 2000-х годов в яно-индигирской популяции, находившейся под сильным промысловым прессом, отмечалась низкая доля молодняка, так как из популяции в основном изымались взрослые особи (табл. 9).

В 2012 г. половозрастная структура сундрусской популяции была представлена следующим соотношением: взрослые самки – 41,3%, сеголетки – 29,6%, молодняк (1–2 года) – 15,0%, взрослые самцы – 14,1% [21].

Размножение, плодовитость. Гон у тундровых оленей Якутии протекает с середины октября до середины ноября, а его разгар приходится на последнюю декаду октября [10; 25; 9]. «Брачные» группы состоят из 15–20 животных. В ненарушенных промыслом популяциях в таких группах обычно бывает один-два крупных быка [10].

Массовый отёл у тундровых популяций оленей начинается в первых числах июня и продолжается до конца 2-й – начала 3-й декады июня (табл. 12). При обследовании яно-индигирской популяции было установлено, что потомство приносят около 53,8% 3-летних самок и около 90% – 4–8-летних [9]

Питание оленей (табл. 13).

Относительно низкое содержание ягеля в зимнем питании оленей отмечено для сундрусской популяции. Из общего количества кормов в содержимом желудков сундрусских оленей лишайники составляли 26,5%; трава (зелень и ветошь) – 42,9%; листья кустарников – 4,7%; мхи – 2,4%; прочие корма – 23,5% [25].

Смертность, враги, болезни. По данным исследований, проведённых в 1987–1992 гг., в яно-индигирской популяции в первый месяц жизни погибало около 10–13% телят. Примерно через год отход телят по разным естественным причинам составлял 24,2% от числа выживших месячных животных (или около 33% особей от рождения). Всего же до годового возраста с учётом промыслового изъятия не доживало около 49–52% телят. После года уровень смертности у оленей по естественным причинам существенно падал [9].

Больше всего оленей гибнет от нападений волка, и чаще всего это происходит в горно-таёжных областях. Современная численность волка в тундрах Якутии не известна, но в 70-х годах прошлого века в дельте Лены и в яно-индигирской тундре волк большей частью отсутствовал или был крайне малочислен [10].

В северо-западной Якутии у диких северных оленей отмечались вспышки сибирской язвы, в

Таблица 13 – Состав кормов и их количество (%) в содержимом желудков диких северных оленей яно-индигирской популяции по месяцам года [9]

Группа кормов	Июнь	Июль-август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь-апрель	Май
Лишайники	1,9	6,0	8,9	41,0	42,3	20,9
Трава (зелень и ветошь)	77,6	65,0	83,0	39,0	26,4	55,2
Листья кустарников	11,7	25,5	3,5	4,1	4,1	2,5
Мхи	0,2	0,7	3,9	9,3	13,2	17,5
Прочие*	8,6	2,8	0,7	6,6	14,0	3,9
Количество проб	7	30	18	37	101	8

Примечание: * – к прочим видам кормов относятся листоватые лишайники, кустарники, кора и побеги кустарников, хвоя и т.д.

частности неблагоприятная эпизоотическая ситуация по этому заболеванию наблюдалась в 80-х годах прошлого века [26; 27]. Из других опасных инфекционных заболеваний у оленей регистрировали бешенство и бруцеллёз [28; 26]. В последние годы вспышки заболеваний у диких северных оленей тундровых популяций не отмечены.

Состояние ресурсов, их охрана и использование

Численность лено-олёнёкской и сундрунской популяций в последние годы держится на стабильном и достаточно высоком уровне, яно-индигирской продолжает оставаться крайне низкой. Благополучие лено-олёнёкской популяции отчасти объясняется тем, что на западе Якутии оленеводство не имеет такого развития, как в её восточной части. Зимние лишайниковые пастбища не испытывают сильной нагрузки, обеспечивая высокую оленёемость. Сохранность сундрунской популяции связывают с незначительной интенсивностью промыслового пресса, труднодоступностью мест её зимнего обитания, находящихся на возвышенностях [21]. Серьёзную озабоченность вызывает состояние яно-индигирской популяции. Несмотря на длительный запрет охоты, а именно, с начала 2000-х годов квоты на добычу оленей этой популяции не выделяются, ситуация к лучшему не меняется.

Охране тундровых популяций дикого северного оленя в Республике Саха (Якутия) уделяется повышенное внимание. Следует отметить, что система особо охраняемых природных территорий в Якутии занимает более 37% от её общей площади. В пределах ареалов тундровых популяций находятся государственный природный заповедник «Усть-Ленский», национальный парк «Кыталык», ресурсные резерваты («Терпей-Тумус», «Бур», «Чайгургино», «Курдигино-Крестовая» и др.).

Для отслеживания миграций оленей, определения их пространственного размещения сотрудники ИБПК СО РАН проводят регулярное мечение животных ошейниками со спутниковыми пере-

датчиками. Дистанционное слежение позволяет определять пути и сроки прохождения миграций оленей и при необходимости устанавливать ограничения для движения автотранспорта на миграционных трассах (такие ограничения, в частности, устанавливаются на дороге «Верхне-Мунское» в местах переходов оленей).

В 2018 г. дирекцией биоресурсов и ООПТ Якутии был создан отряд специального назначения «Запад», основной задачей которого является борьба с браконьерством на территории обитания лено-олёнёкской популяции. Спецотряд проводит мероприятия по охране миграционных путей и мест концентраций оленей, занимается пресечением незаконного оборота продукции и дериватов, осуществляет регулирование численности волка.

Добыча диких северных оленей имеет существенное значение для традиционной хозяйственной деятельности населения Якутии, особенно в её северной части. До 70-х годов прошлого века промысел был ограничен, но затем с ростом численности оленей он стал вестись по нарастающей. Пик добычи пришёлся на сезон охоты 1988/1989 года, когда было отстрелено свыше 43,7 тыс. оленей. Наибольшая промысловая нагрузка легла на яно-индигирскую популяцию, при этом никаких ограничений по объёмам добычи не устанавливалось, так как ставилась цель освободить пастбища от «дикаря» для домашнего северного оленя. В 1985–1989 гг. на северо-востоке республики в оленеводческих совхозах доля заготовок дикого северного оленя составляла 56,4–98,7% от общей заготовки оленины [23].

В настоящее время основной объём добычи дикого северного оленя в Якутии приходится на тундровые популяции, при этом доля лено-олёнёкской популяции составляет 70–75% от всего объёма. За сезон охоты в 2020/2021–2022/2023 гг. из тундровых популяций добывалось 8,3–10,4 тыс. особей (из них 0,9–1,6 тыс. особей из сундрунской популяции) при квотах добычи 14,5–16,0 тыс. особей.



фото Е. В. Кириллина

Рисунок 4 – Оленевод с запряжёнными в нарты оленями эвенской породы (р. Эндыбалкан, Кобяйский район)

Домашние северные олени

Оленеводство на севере Якутии стало распространяться в начале XVII века, когда здесь появились первые кочевые рода эвенков и эвенов (эвенки преимущественно заселили области на западе и юге, эвены – на востоке). Кочевники привели с собой одомашненных лесных оленей, которые адаптировались к новым условиям среды и приобрели некоторые черты экстерьера тундровых оленей [29; 30; 31]. Оленеводство до сих пор занимает ведущее место в традиционной хозяйственной деятельности малочисленных коренных народов, населяющих север Якутии (рис. 4).

В тундровой зоне Якутии в её западной части в пределах анабаро-ленского междуречья распространена эвенская порода оленей, в центральной и восточной частях – эвенская, на крайнем северо-востоке в низовьях Колымы – чукотская. Олени чукотской породы (её также называют харгин) имеют наибольшее сходство с дикими тундровыми оленями. На северо-востоке Якутии и на Чукотке оленеводство велось без строгого окарауливания стад, что приводило к частой гибридизации домашних и диких оленей. «Харгины» имеют более

тёмный окрас и более массивны, хотя уступают лесным оленям по линейным размерам [31].

В 80-х годах прошлого века республика занимала 3-е место после Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов по численности домашнего северного оленя в России (максимум поголовья в 1980 г. – 380 тыс. оленей). В конце прошлого – начале текущего века в оленеводстве наступил кризис, затронувший и Якутию. В последние годы ситуация улучшилась, и численность домашнего оленя пошла на подъём. В 2021 г. в Республике Саха (Якутия) насчитывалось 157,5 тыс. домашних оленей [32]. Примерно 50% от всей численности оленей содержится в хозяйствах Анабарского, Булунского, Усть-Янского и Нижнеколымского районов, расположенных в тундровой зоне.

Выводы. Состояние ресурсов северного оленя на большей части тундровой зоны Якутии можно охарактеризовать как благополучное. В депрессивном состоянии находится популяция дикого северного оленя в лено-индигирском междуречье. Рост численности данной популяции можно обеспечить как строгой охраной мест её обитания, так и выделением в её ареале территорий, где выпас домашних северных оленей должен быть запрещён.

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. EDN DNHGIW.
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. EDN SQWJQE.
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. EDN ZEHSWF.

4. Давыдов А. В., Моргунов Н. А., Чугреев М. К., Ткачева И. С. Северные олени Крайнего Северо-Востока России // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 12–19. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.002. EDN BVDPTK.
5. Давыдов А. В., Моргунов Н. А., Чугреев М. К., Ткачева И. С. Северные олени Таймыра // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 3 (63). С. 5–20. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.001. EDN SJDPBW.
6. Флеров К. К. Кабарги и олени // Фауна СССР. Млекопитающие. М.-Л., 1952. Т. 1, вып. 2. С. 222–247.
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. Данилкин А. А. Олени // Млекопитающие России и сопредельных регионов. М. : ГЕОС, 1999. С. 301–358. ISBN 5-89118-092-8.
9. Сафронов В. М. Экология и использование дикого северного оленя в Якутии: монография. Якутск : Изд-во СО РАН, 2005. 178 с. ISBN 5-463-00087-5.
10. Егоров О. В. Дикий северный олень // Млекопитающие Якутии. М. : Изд-во «Наука», 1971. С. 567–590.
11. Железнов Н. К. Дикие копытные Северо-Востока СССР. Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. 479 с. ISBN 5-7442-0018-5.
12. Боескоров Г. Г., Сафронов В. М., Сивцев И. Г. К систематике и морфометрической изменчивости тундровых оленей Якутии // Фаунистические и экологические исследования животных Якутии. Якутск, 2002. С. 75–82.
13. Рожков Ю. И., Давыдов А. В., Моргунов Н. А. [и др.] Генетическая дифференциация северного оленя *Rangifer tarandus* L. по пространству Евразии в связи с особенностями его деления на подвиды // Кролиководство и звероводство. 2020. № 2. С. 23–36. DOI 10.24411/0023-4885-2020-10203.
14. Чернявский Ф. Б. Млекопитающие Крайнего Северо-Востока Сибири. М. : Наука, 1984. 385 с.
15. Аргунов А. В. Динамика численности и использование ресурсов дикого северного оленя в Якутии // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3. С. 152. EDN YUNERL.
16. Абрамова Е. Н., Ахмадеева И. А., Гуков А. Ю. [и др.] Усть-Ленский заповедник // Заповедники Сибири : коллективная монография. М. : ЛОГАТА, 1999. Т. 1. С. 147–161.
17. Попов А. Л. Северный олень Республики Саха (Якутия) // Северный олень в России, 1982-2002. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 325–337. ISBN 5-86021-046-9.
18. Охлопков И. М., Сальман А. Л. Использование спутниковых радиоошейников в управлении популяциями диких северных оленей Якутии // Охота и охотничьи ресурсы Российской Федерации (2011 год). Пермь : Молодая гвардия, 2011. С. 282–289.
19. Муравьев А. Н., Савченко А. П., Савченко П. А. [и др.] Места и область зимовки диких северных оленей таймыро-эвенкийской популяции // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI съезд териологического общества при РАН). М. : Товарищество научных изданий КМК, 2022. С. 242.
20. Шилов П. П., Муравьев А. Н., Савченко П. А., Савченко А. П. Использование методов спутниковой телеметрии при проведении авиаучетов диких северных оленей // Ресурсы дичи и рыбы: использование и воспроизводство : материалы III Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию КГАУ. Красноярск : Красноярский ГАУ, 2023. С. 185–189.
21. Мордосов И. И., Кривошапкин А. А. Материалы по динамике численности яно-индигирской и сундрусской популяции дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) в Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2016. № 1 (51). С. 34–44. ISSN 2222-5404.
22. Павлов Б. М., Зырянов В. А., Колпашиков В. А. [и др.] Сколько оленей в тундрах Якутии // Охота и охотничье хозяйство. 1976. № 10. С. 12–14. ISSN 0131-2596.
23. Сафронов В. М., Решетников И. С., Ахременко А. К. Северный олень Якутии: экология, морфология, использование. Новосибирск : Новосибирское отделение изд-ва «Наука», 1999. 224 с. ISBN 5-02-031319-X.
24. Кириллин И. В. Морфометрические показатели диких северных оленей бассейна нижнего течения р. Индигирки // Успехи современного естествознания. 2005. № 4. С. 29–30. ISSN 1681-7494.
25. Сивцев И. Г. Экология, использование и охрана диких северных оленей (*Rangifer tarandus* L.) в Якутии (на примере сундрусской популяции) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : специальность 11.00.11. Якутск, 1999. 15 с.
26. Седов В. А., Ведерников В. А., Черниченко С. А. Важнейшие инфекции диких парнокопытных животных (состояние проблемы в СНГ) // Болезни и паразиты диких животных : сб. статей ВНИИ охр. природы и заповед. дела. М., 1992. С. 4–11.
27. Фомушкин В. М., Максимов А. А. Распространение болезней диких животных и меры профилактики // Болезни и паразиты диких животных : сб. статей ВНИИ охр. пр. и зап. дела. М., 1992. С. 177.
28. Хоч А. А. О бруцеллезной инфекции диких оленей в Якутии // Тр. Якут. НИИСХ. Якутск, 1975. Вып. 14. С. 143–145.
29. Друри И. В. Некоторые данные об оленях северо-востока ЯАССР // Советское оленеводство. 1934. Вып. 4. С. 45–50.

30. Помишин С. Б. Проблемы породы и ее совершенствование в оленеводстве. Якутск : Якутск. кн. изд., 1981, 180 с.
31. Помишин С. Б. Происхождение оленеводства и domestикация северного оленя. М. : Наука, 1990. 140 с.
32. Калитин Р. Р. Современное состояние, проблемы северного домашнего оленеводства и пути их решения // Российская Арктика. 2021. № 15. С. 28–39.

References

1. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni tajozhnoj zony Zapadnoj Sibiri // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2022. № 3 (59). S. 10–21. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.002. EDN DHGHIW.
2. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni tajozhnoj zony Vostochnoj Sibiri // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2022. № 4 (60). S. 74–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.009. EDN SQWJQE.
3. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni Ohotskogo regiona // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2023. № 1 (61). S. 72–84. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.009. EDN ZEHSWF.
4. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni Krajnego Severo-Vostoka Rossii // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2023. № 2 (62). S. 12–19. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.002. EDN BVDPTK.
5. Davydov A. V., Morgunov N. A., Chugreev M. K., Tkacheva I. S. Severnye oleni Tajmyra // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2023. № 3 (63). S. 5–20. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.001. EDN SJDPBW.
6. Flerov K. K. Kabargi i oleni // Fauna SSSR. Mlekopitajushhie. M.-L., 1952. T. 1, vyp. 2. S. 222–247.
7. Geptner V. G., Nasimovich A. A., Bannikov A. G. Mlekopitajushhie Sovetskogo Sojuza. Parnokopytnye i nepar-nokopytnye. Rod sev. olenej. M. : Vyssh. shkola, 1961. T. 1. S. 299–360.
8. Danilkin A. A. Olen'i // Mlekopitajushhie Rossii i sopredel'nyh regionov. M. : GEOS, 1999. S. 301-358. ISBN 5-89118-092-8.
9. Safronov V. M. Jekologija i ispol'zovanie dikogo severnogo olenja v Jakutii: monografija. Jakutsk : Izd-vo SO RAN, 2005. 178 s. ISBN 5-463-00087-5.
10. Egorov O. V. Dikij severnyj olen' // Mlekopitajushhie Jakutii. M. : Izd-vo «Nauka», 1971. S. 567–590.
11. Zheleznov N. K. Dikie kopytnye Severo-Vostoka SSSR. Vladivostok : DVO AN SSSR, 1990. 479 s. ISBN 5-7442-0018-5.
12. Boeskorov G. G., Safronov V. M., Sivtsev I. G. K sistematike i morfometricheskoj izmenchivosti tundrovyh olenej Jakutii // Faunisticheskie i jekologicheskie issledovanija zhivotnyh Jakutii. Jakutsk, 2002. S. 75–82.
13. Rozhkov Yu. I., Davydov A. V., Morgunov N. A. [i dr.] Geneticheskaja differenciacija severnogo olenja Rangifer tarandus L. po prostranstvu Evrazii v svjazi s osobennostjami ego delenija na podvidy // Krolikovodstvo i zverovodstvo. 2020. № 2. S. 23–36. DOI 10.24411/0023-4885-2020-10203.
14. Chernyavskij F. B. Mlekopitajushhie Krajnego Severo-Vostoka Sibiri. M. : Nauka, 1984. 385 s.
15. Argunov A. V. Dinamika chislennosti i ispol'zovanie resursov dikogo severnogo olenja v Jakutii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2017. № 3. S. 152. EDN YUNERL.
16. Abramova E. N., Akhmadeeva I. A., Gukov A. Yu. [i dr.] Ust'-Lenskij zapovednik // Zapovedniki Sibiri : kollektivnaja monografija. M. : LOGATA, 1999. T. 1. S. 147–161.
17. Popov A. L. Severnyj olen' Respubliki Saha (Jakutija) // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002. M. : Triada-Farm, 2003. S. 325–337. ISBN 5-86021-046-9.
18. Okhlopov I. M., Sal'man A. L. Ispol'zovanie sputnikovyh radiooshejnikov v upravlenii populjacijami dikih severnyh olenej Jakutii // Ohota i ohotnich'i resursy Rossijskoj Federacii (2011 god). Perm' : Molodaja gvardija, 2011. S. 282–289.
19. Murav'ev A. N., Savchenko A. P., Savchenko P. A. [i dr.] Mesta i oblast' zimovki dikih severnyh olenej tajmyro-jevenkijskoj populjaciji // Mlekopitajushhie v menjajushhemsja mire: aktual'nye problemy teriologii (XI s#ezd teriologicheskogo obshhestva pri RAN). M. : Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2022. S. 242.
20. Shilov P. P., Murav'ev A. N., Savchenko P. A., Savchenko A. P. Ispol'zovanie metodov sputnikovoj telemetrii pri provedenii aviauchetov dikih severnyh olenej // Resursy dichi i ryby: ispol'zovanie i vosproizvodstvo : materialy III Vseross. (nac.) nauch.-prakt. konf., posvjashh. 70-letiju KGAU. Krasnojarsk : Krasnojarskij GAU, 2023. S. 185–189.
21. Mordosov I. I., Krivoschapkin A. A. Materialy po dinamike chislennosti jano-indigirskoj i sundrunskoj populjaciji dikogo severnogo olenja (Rangifer tarandus L.) v Jakutii // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M. K. Ammosova. 2016. № 1 (51). S. 34–44. ISSN 2222-5404.
22. Pavlov B. M., Zyryanov V. A., Kolpashchikov V. A. [i dr.] Skol'ko olenej v tundrah Jakutii // Ohota i ohotnich'e hozjajstvo. 1976. № 10. S. 12–14. ISSN 0131-2596.
23. Safronov V. M., Reshetnikov I. S., Akhremenko A. K. Severnyj olen' Jakutii: jekologija, morfologija, ispol'zovanie. Novosibirsk : Novosibirskoe otdelenie izd-va «Nauka», 1999. 224 s. ISBN 5-02-031319-X.
24. Kirillin I. V. Morfometricheskie pokazateli dikih severnyh olenej bassejna nizhnego techenija r. Indigirki // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2005. № 4. S. 29–30. ISSN 1681-7494.
25. Sivtsev I. G. Jekologija, ispol'zovanie i ohrana dikih severnyh olenej (Rangifer tarandus L.) v Jakutii (na primere sundrunskoj populjaciji) : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : special'nost' 11.00.11. Jakutsk, 1999. 15 s.

26. Sedov V. A., Vedernikov V. A., Chernichenko S. A. Vazhnejšie infekcii dikih parnokopytnyh zhivotnyh (sostojanie problemy v SNG) // Bolezni i parazity dikih zhivotnyh : sb. statej VNIИ ohr. prirody i zapoved. dela. M., 1992. S. 4–11.
27. Fomushkin V. M., Maksimov A. A. Rasprostranenie boleznej dikih zhivotnyh i mery profilaktiki // Bolezni i parazity dikih zhivotnyh : sb. statej VNIИ ohr. pr. i zap. dela. M., 1992. S. 177.
28. Khoch A. A. O brucelljoznoj infekcii dikih olenej v Jakutii // Tr. Jakut. NIISH. Jakutsk, 1975. Vyp. 14. S. 143–145.
29. Druri I. V. Nekotorye dannye ob olenjah severo-vostoka JaASSR // Sovetskoe olenevodstvo. 1934. Vyp. 4. S. 45–50.
30. Pomishin S. B. Problemy porody i ee sovershenstvovanie v olenevodstve. Jakutsk : Jakutsk. kn. izd., 1981, 180 s.
31. Pomishin S. B. Proishozhdenie olenevodstva i domestikacija severnogo olenja. M. : Nauka, 1990. 140 s.
32. Kalitin R. R. Sovremennoe sostojanie, problemy severnogo domashnego olenevodstva i puti ih reshenija // Rossijskaja Arktika. 2021. № 15. S. 28–39.

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.

Егор Владимирович Кириллин – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела зоологических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук, bio@ibpc.ysn.ru.

Иннокентий Михайлович Охлопков – кандидат биологических наук, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук, spin-код: 9031-6218.

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.

Egor V. Kirillin – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer of the Department of Zoological Research, Institute for Biological Problems of Cryolithozone of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, bio@ibpc.ysn.ru.

Innokentiy M. Okhlopov – Candidate of Biological Sciences, Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

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 Research Officer 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 636.2.033:637.5
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.006

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА СВЕРХРЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

**Хамит Харисович Тагиров¹, Лилия Альбертовна Зубаирова²,
 Ильнур Фаргатович Вагапов³, Рузиля Азвадовна Гайсина⁴**

^{1, 2, 3}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
⁴Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий

Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹tagirov-57@mail.ru, ORCID 0000-0002-8940-5631

²yla2003@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8417-0565

³vagapv@gmail.com, ORCID 0000-0002-8548-0378

⁴ruzila87@mail.ru, ORCID 0000-0002-9427-1666

Реферат. В работе представлены результаты оценки мясной продуктивности молодняка голшти-низированной чёрно-пёстрой породы при введении в рацион новых кормовых добавок. Объекты исследования – 4 группы бычков по 15 голов в возрасте 6 месяцев. Опытным группам животных в составы основных рационов с 7-месячного возраста вносились белково-витаминно-минеральный концентрат (БВМК) и комбикорм-концентрат (КК-65) как в отдельности, так и в комплексе. При внесении в основные рационы испытуемых добавок наблюдалось улучшение показателей мясной продуктивности сверхремонтного молодняка. Положительный эффект подтверждался увеличением живой массы бычков и выходом мясной продукции. Так, опытные бычки имели предубойную массу от 502,6 до 522,9 кг, масса парной туши после убоя и первичной переработки варьировалась от 268,3 до 282,1 кг. Результаты разделки и обвалки туш и оценка пищевой ценности мяса также показали преимущество опытных групп. Превосходство отмечалось по выходу наиболее ценной мякотной части туши и по массовой доле белка.

Ключевые слова: бычки, концентрат БВМК, комбикорм-концентрат КК-65, мясная продуктивность, качество мяса

MEAT PRODUCTIVITY AND MEAT QUALITY OF HERD REPLACEMENTS USING NEW FEED ADDITIVES

Khamit Kh. Tagirov¹, Liliya A. Zubairova², Ilnur F. Vagapov³, Ruzilya A. Gaysina⁴

^{1, 2, 3}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

⁴Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹tagirov-57@mail.ru, ORCID 0000-0002-8940-5631

²yla2003@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8417-0565

³vagapv@gmail.com, ORCID 0000-0002-8548-0378

⁴ruzila87@mail.ru, ORCID 0000-0002-9427-1666

Abstract. The paper presents the results of assessing the meat productivity of young animals of the Holstein black-and-white breed when new feed additives are introduced into the diet. The subjects of the research were 4 groups of bull calves of 15 heads each at the age of 6 months. For experimental groups of animals, protein-vitamin-mineral concentrate (PVMC) and mixed feed concentrate (KK-65) were added to the basic diets from 7 months of age, both individually and in combination. When adding additives to the main diets of the tested animals, an improvement in the meat productivity of herd replacements was observed. The positive effect was confirmed by an increase in the live weight of bull calves and the yield of meat products. Thus, the experimental bull calves had a pre-slaughter weight from 502.6 to 522.9 kg, the hot carcass weight after slaughter and primary processing varied from 268.3 to 282.1 kg. The results of cutting and deboning

carcasses and assessing the nutritional value of meat also showed an advantage for the experimental groups. Superiority was noted in the yield of the most valuable meat content of the carcass and in the mass fraction of protein.

Keywords: *bull calves, PVMC concentrate, mixed feed concentrate KK-65, meat productivity, meat quality*

Введение. Обеспечение населения основными высокоценными белковыми продуктами питания является одной из первоочередных задач как животноводства, так и перерабатывающей отрасли. Для удовлетворения потребностей населения страны в мясе и мясопродуктах необходимо увеличение объёмов выпуска продуктов отечественного производства. При этом немаловажными остаются вопросы качества как сырья, так и готовой продукции. Для решения этих вопросов необходима реализация современных методов менеджмента, эффективное использование кормовых ресурсов, улучшение существующих и создание новых площадей сенокосов и пастбищ, создание благоприятных условий ведения бизнеса, эффективное использование генетического потенциала животных, в том числе с учётом региональных особенностей страны, совершенствование пород и выведение новых типов.

Для повышения мясной продуктивности и качества мяса необходимо выполнение комплекса мероприятий, важным из которых остаётся полноценное кормление сельскохозяйственных животных. Полноценное кормление молодняка имеет очень большое значение, так как оно занимает одно из главных мест среди мероприятий, способствующих повышению продуктивности скота [1–3; 7]. Рациональная система выращивания молодняка с учётом биологических особенностей животных должна обеспечить нормальный рост, развитие, формирование высокой продуктивности и крепкой конституции, продление сроков их хозяйственного использования. А при определении потребности молодняка в энергии и элементах питания должны учитываться особенности обмена веществ в организме, определяющие интенсивность роста в различные возрастные периоды.

Для улучшения питательных веществ кормов в последние годы широко применяют биологические стимуляторы в форме премиксов и добавок [4–6; 8–10].

Целью данного исследования являлось изучение влияния новых добавок, разработанных и вырабатываемых на АО «Оренбургский комбикормовый завод» – белково-витаминно-минерального концентрата (БВМК) и комбикорма-концентрата (КК-65), на продуктивные характеристики бычков голштинизированной чёрно-пёстрой породы при их выращивании и откорме на мясо.

Материалы и методы исследований. Для

проведения исследований в СПК-колхоз «Герой» Чекмагушевского района Республики Башкортостан по принципу пар-аналогов были подобраны бычки голштинизированной чёрно-пёстрой породы (4 группы по 15 гол. в каждой). В научно-хозяйственном опыте выделяли 3 периода выращивания бычков: 1) с 6 до 7 месяцев; 2) с 7 до 12 месяцев; 3) с 13 до достижения 18 месяцев. В течение первого периода, продолжительностью один месяц, кормление всех бычков проводили по типовому рациону, с учётом рекомендаций А. П. Калашникова и др. (2003).

Начиная с 7-месячного возраста по достижении бычками 12-месячного возраста, I группе скармливали основной рацион с частичной заменой концентрированных кормов БВМК, с 13- до 18-месячного возраста бычкам II группы производилась полная замена концентрированных кормов на комбикорм-концентрат (КК-65), а III опытной группе бычков была произведена частичная замена концентрированных кормов БВМК (в 7–12-месячном возрасте) и полная замена на комбикорм-концентрат КК-65 (с 13- до 18-месячного возраста).

Мясную продуктивность оценивали после проведения контрольного убоя трёх 18-месячных бычков из каждой группы. Разделка и обвалка полутуш проводилась после охлаждения и достижения температуры 0–4°C. Оценку качества мясной продукции осуществляли по стандартным методикам: содержание влаги в образцах путём высушивания навески до постоянной массы при температуре 150±2°C; содержание белка – методом Кьельдаля с последующим фотометрированием проб; массовую долю жира в мясе – экстрагированием сухой навески эфиром в аппарате Сокслета; минеральных веществ в мясе – сжиганием в муфельной печи. С помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» и применением программы «Excel» осуществляли статистическую обработку полученных данных, которые показаны в виде – среднее (M) ± стандартная ошибка среднего (m).

Результаты исследований. Результаты, полученные после убоя и первичной переработки бычков в возрасте 18 месяцев, свидетельствуют о положительном влиянии испытуемых добавок на количественные и качественные показатели мясной продуктивности. Предубойная живая масса опытных I, II и III групп бычков, поступивших на переработку, была выше контрольной на 18,6; 21,6 и 38,9 кг соответственно (рис. 1).

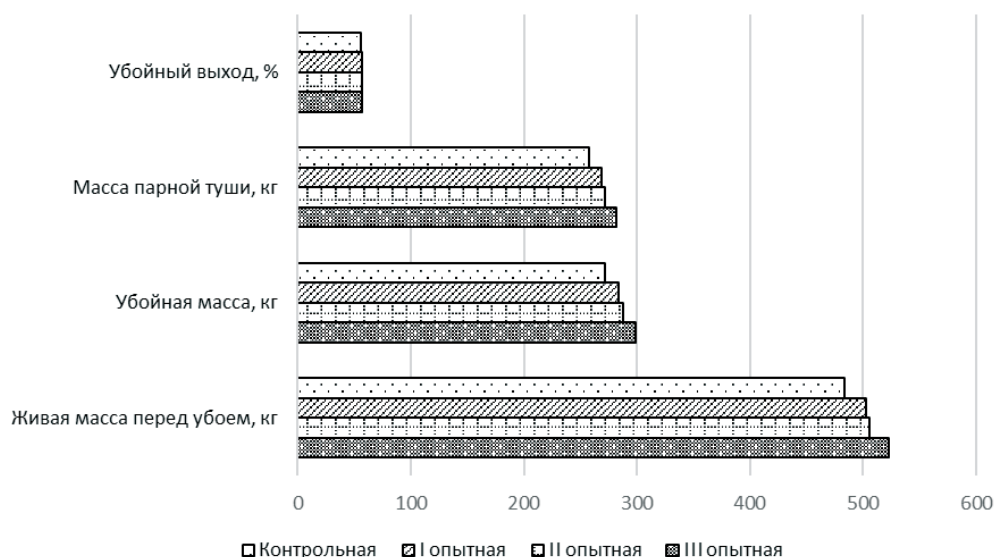


Рисунок – 1 Результаты контрольного убоя подопытных бычков

Увеличение живой массы молодняка обычно сопровождается повышением степени упитанности. В нашем исследовании это подтверждается увеличением массы туши. Превосходство опытных групп над контрольной по этому показателю составило 4,3–9,6%.

Анализ полученных данных свидетельствует, что максимальные значения показателя «убойный выход» было на стороне III опытной группы, в рационах которых совместно применялись БВМК и комбикорм-концентрат КК-65. Это преимущество составило 0,3–1,0% в сравнении со сверстниками других исследуемых групп.

По величине абсолютной массы внутреннего жира-сырца преимущество было также на стороне бычков III опытной группы. В среднем выход внутреннего жира-сырца составил 3,1–3,3%.

Для оценки качества мяса был изучен морфологический состав после проведения разделки и

обвалки туши.

Исследованиями установлено, что кормовой фактор повлиял на морфологические характеристики говядины (рис. 2). Необходимо отметить, что бычки контрольной группы уступали опытным бычкам по выходу мякоти на 10,0–23,8 кг. Расчёт индекса мясности подтвердил лучшие мясные качества подопытного молодняка, их преимущество составило 0,4–2,2% в сравнении со сверстниками опытной группы.

Организация полноценного кормления бычков при выращивании на мясо способствовала повышению пищевой ценности мяса. Результаты проведённых исследований подтверждают, что на пищевую ценность мяса оказывают влияние условия кормления, упитанность животных.

Данные таблицы 1 показывают, что мясо всех исследуемых групп обладало высокой пищевой ценностью. Вместе с тем, по показателю сухого

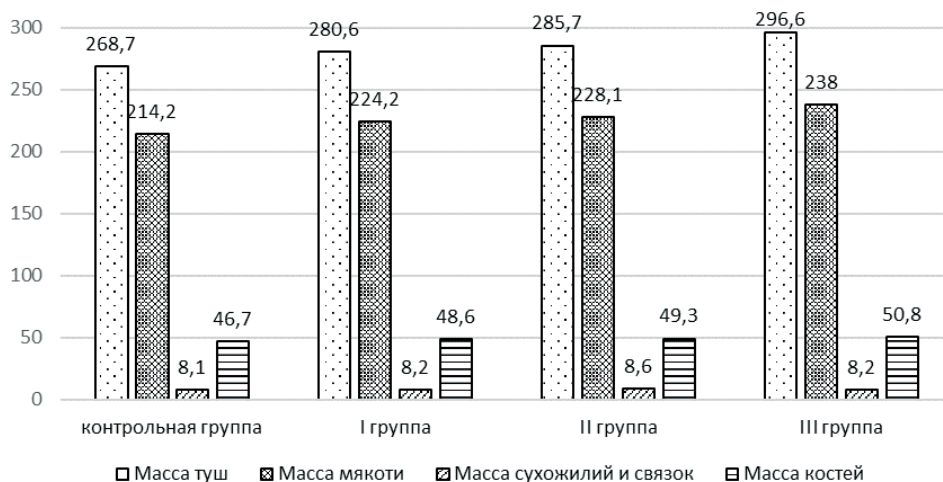


Рисунок 2 – Морфологический состав мясных туш

Таблица 1 – Химический состав мяса, %

Показатель		Группа			
		контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Влага	X	70,91	70,62	70,33	69,93
	±	0,11	0,20	0,46	0,24
Сухое вещество	X	29,09	29,38	29,67	30,07
	±	0,45	0,39	0,41	0,35
Белок	X	18,30	18,38	18,52	18,71
	±	0,13	0,15	0,26	0,13
Жир	X	9,87	10,07	10,23	10,43
	±	0,21	0,32	0,40	0,12
Зола	X	0,92	0,93	0,92	0,93
	±	0,01	0,01	0,02	0,02

вещества и, соответственно, белка и жира в мясе превосходство было на стороне опытных бычков. Их преимущество по белку было 0,1–0,4%, а по жиру – на 0,2–0,6%. Среди опытных групп лидирующее положение было у молодняка III опытной группы, который превосходил молодняка I и II групп по массовой доле белка и жира и их соотношению (1:0,56).

Отличие в химическом составе исследуемых образцов мяса нашло отражение в показателе энергетической ценности. От бычков опытных групп получена более питательная мясная продукция. Расчётные данные энергетической ценности 1 кг мякоти туши бычков опытных групп составили 7,54–7,68 МДж.

Выводы. Включение в рационы молодняка крупного рогатого скота новых добавок способствовало повышению мясной продуктивности. Включение новых концентратов в рационы кормления способствовало увеличению убойных показателей.

Масса туш молодняка в возрасте 18 месяцев повышалась на 10,4–24,8 кг, а убойный выход – на 0,26–0,98%. Опытные животные имели преимущество перед сверстниками из контрольной группы по массе мякоти на 4,67–11,1%. Они же имели превосходство и по выходу мякоти на 1 кг костей. Наиболее высоким он был у животных III опытной группы – 4,69, что на 1,30–2,18% больше по сравнению со сверстниками из других групп. По качественному составу мяса больших отличий нет, в то же время наибольшее количество белка отмечено в III опытной группе. Таким образом, комплексная оценка по показателям роста, развития молодняка и качества мяса свидетельствует о положительном влиянии добавок на мясную продуктивность и о целесообразности включения в рационы кормления белково-витаминно-минерального концентрата в возрасте 7–12 месяцев и комбикорма-концентрата КК-65 в период доращивания и заключительного откорма (в возрасте 13–18 месяцев).

Список источников

1. Вагапов И. Ф., Тагиров Х. Х., Вагапов Ф. Ф. Рациональное использование продуктивного потенциала сверхрамонтного молодняка черно-пестрой породы при использовании кормовых добавок : монография. Уфа : Изд-во Башкирский ГАУ, 2022. 120 с. ISBN 978-5-7456-0807-0.
2. Гаг А. В., Береснев В. Н., Николаева Н. Ю. [и др.] Рост и развитие бычков герефордской породы при введении в рацион углеводного комплекса // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (58). С. 19–25. DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-19-25.
3. Зиннатуллин И. М. Продуктивные качества бычков при скормливании им кормового концентрата Фелуцен К-6 // Зоотехния. 2016. № 8. С. 7–8. ISSN 0235-2478.
4. Зубаирова Л. А., Исхаков Р. С., Тагиров Х. Х. Технологические приемы повышения производства и качества говядины : монография. Уфа, 2021. 164 с. ISBN 978-5-88185-503-1.
5. Долженкова Г. М., Галиева З. А. Эффективность использования питательных веществ и энергии рационов бычками черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки Биодарин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 40–45. DOI 10.12737/20334.
6. Косилов В. И., Никонова Е. А., Харламов А. В. [и др.] Потребление и использование питательных веществ и энергии корма бычками-кастратами симментальской породы при скормливании кормовой добавки Ветоспорин-актив // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 210–214. ISSN 2073-0853.

7. Николаева Н. Ю. Пути повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота: зарубежный опыт // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства : материалы XI Международ. науч.-практ. конф. Новосибирск : Издательский центр Новосибирского ГАУ, 2021. С. 82–85. EDN BXZMLZ.

8. Тагиров Х. Х., Юсупов Р. С., Вагапов Ф. Ф. Мясная продуктивность бычков при скармливании им пробиотической кормовой добавки «Биогумитель» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 60–64. ISSN 1997-3225.

9. Тагиров Х. Х., Зиннатуллин И. М., Черненко Е. Н. Мясная продуктивность бычков при включении в их рацион кормового концентрата «Фелуцен» К-6 // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 17–19. ISSN 0026-9034.

10. Khaziakhmetov F., Khabirov A., Avzalov R. [et al] The influence of “Stimix zoostim” and “Normosil” probiotics on fecal microflora, hematologic indicators, nutrient digestibility, and growth of mother-bonded calves // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 6. P. 1091–1097. DOI 10.14202/vetworld.2020.1091-1097. EDN YRABNO.

References

1. Vagapov I. F., Tagirov Kh. Kh., Vagapov F. F. Racional'noe ispol'zovanie produktivnogo potentsiala sverhremontnogo molodnyaka cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii kormovyh dobavok : monografiya. Ufa : Izd-vo Bashkirskij GAU, 2022. 120 s. ISBN 978-5-7456-0807-0.

2. Gaag A. V., Beresnev V. N., Nikolaeva N. Yu. [i dr.] Rost i razvitie bychkov gerefordskoj porody pri vvedenii v racion uglevodnogo kompleksa // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (58). S. 19–25. DOI 10.31563/1684-7628-2021-58-2-19-25.

3. Zinnatullin I. M. Produktivnye kachestva bychkov pri skarmlivanii im kormovogo koncentrata Felucen K-6 // Zootekhniya. 2016. № 8. S. 7–8. ISSN 0235-2478.

4. Zubairova L. A., Iskhakov R. S., Tagirov Kh. Kh. Tekhnologicheskie priemy povysheniya proizvodstva i kachestva govyadiny : monografiya. Ufa, 2021. 164 s. ISBN 978-5-88185-503-1.

5. Dolzhenkova G. M., Galieva Z. A. Effektivnost' ispol'zovaniya pitatel'nyh veshchestv i energii racionov bychkami cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii kormovoj dobavki Biodarin // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 3. S. 40–45. DOI 10.12737/20334.

6. Kosilov V. I., Nikonova E. A., Kharlamov A. V. [i dr.] Potreblenie i ispol'zovanie pitatel'nyh veshchestv i energii korma bychkami-kastratami simmental'skoj porody pri skarmlivanii kormovoj dobavki Vetosporin-aktiv // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 6 (74). S. 210–214. ISSN 2073-0853.

7. Николаева Н. Ю. Пути повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота: зарубежный опыт // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства : материалы XI Международ. науч.-практ. конф. Новосибирск : Издательский центр Новосибирского ГАУ, 2021. С. 82–85. EDN BXZMLZ.

8. Тагиров Х. Х., Юсупов Р. С., Вагапов Ф. Ф. Мясная продуктивность бычков при скармливании им пробиотической кормовой добавки «Биогумитель» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 60–64. ISSN 1997-3225.

9. Тагиров Х. Х., Зиннатуллин И. М., Черненко Е. Н. Мясная продуктивность бычков при включении в их рацион кормового концентрата «Фелуцен» К-6 // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 17–19. ISSN 0026-9034.

10. Khaziakhmetov F., Khabirov A., Avzalov R. [et al] The influence of “Stimix zoostim” and “Normosil” probiotics on fecal microflora, hematologic indicators, nutrient digestibility, and growth of mother-bonded calves // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 6. P. 1091–1097. DOI 10.14202/vetworld.2020.1091-1097. EDN YRABNO.

Сведения об авторах

Хамит Харисович Тагиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 7056-3199.

Лилия Альбертовна Зубаирова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 4290-0397.

Ильнур Фаргатович Вагапов – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 6532-5313.

Рузиля Азвадовна Гайсина – соискатель учёной степени кандидата наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», spin-код: 9712-3860.

Information about the authors

Khamit Kh. Tagirov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, 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: 7056-3199.

Liliya A. Zubairova – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate 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: 4290-0397.

Ilnur F. Vagapov – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer 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: 6532-5313.

Ruzilya A. Gaysina – applicant for the degree of Candidate of Sciences, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, spin-code: 9712-3860.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**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 636.082/38.40(44.04)
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.007

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА ЧИСТОПОРОДНЫМИ И ПОМЕСНЫМИ БЫЧКАМИ

С. С. Жаймышева¹, В. И. Косилов², Т. Г. Герасимова³, Л. Н. Бакаева⁴

^{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 оценки влияния генотипа бычков на потребление и характер использования энергии питательных веществ кормов рациона. При этом у помесей первого и второго поколений симменталов с лимузинами отмечено проявление гетерозиса по изучаемым признакам. Они превосходили чистопородных симменталов по потреблению валовой энергии на 8,72–9,95 МДж (6,49–7,40%), чистопородных лимузинов – на 0,94–2,17 МДж (0,66–1,53%); переваримой энергии – на 10,25–12,79 МДж (12,77–15,93%) и 3,76–6,30 МДж (4,33–7,26%); обменной энергии – на 8,48–10,38 МДж (12,91–15,80%) и 3,07–5,05 МДж (4,32–7,11%) соответственно. Аналогичные межгрупповые различия отмечались по характеру использования обменной энергии в организме молодняка. Так, чистопородные бычки симментальской породы уступали помесям III и IV групп по использованию энергии на прирост – на 1,18–2,37 МДж (13,90–27,91%). Преимущество помесей III и IV групп над чистопородными лимузинами составляло 2,95–4,95 МДж (6,46–10,84%). По затратам обменной энергии на поддержание жизни отмечалось промежуточное наследование признака при лидирующем положении по этому показателю чистопородных симменталов I группы.

Ключевые слова: мясное скотоводство, симментальская порода, лимузинская порода, помеси, корма, энергия, потребление, использование

ENERGY USE EFFICIENCY OF DIETARY NUTRIENTS BY PUREBRED AND MIXED BRED BULL CALVES

S. S. Zhaymysheva¹, V. I. Kosilov², T. G. Gerasimova³, L. N. Bakaeva⁴

^{1, 2, 3, 4}Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

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

Abstract. The article presents the results of assessing the influence of the genotype of bull calves on the consumption and nature of energy use of dietary nutrients. At the same time, in crossbreeds of the first and second generations of Simmentals with Limousines the manifestation of heterosis was noted according to the studied characteristics. They exceeded purebred Simmentals in terms of gross energy consumption by 8.72–9.95 MJ (6.49–7.40%), purebred Limousines by 0.94–2.17 MJ (0.66–1.53%); digestible energy – by 10.25–12.79 MJ (12.77–15.93%) and 3.76–6.30 MJ (4.33–7.26%); metabolic energy – by 8.48–10.38 MJ (12.91–15.80%) and 3.07–5.05 MJ (4.32–7.11%), respectively. Similar intergroup differences were noted in the nature of the use of metabolic energy in the body of young animals. Thus, purebred Simmental bull calves were inferior to crossbreeds of groups III and IV in terms of energy use for growth – by 1.18–2.37 MJ (13.90–27.91%). The advantage of crossbreeds of groups III and IV over purebred Limousines was 2.95–4.95 MJ (6.46–10.84%). In terms of the costs of metabolic energy for the maintenance of life, an intermediate inheritance of the character was noted with the leading position in this indicator of purebred Simmentals of group I.

Keywords: beef breeding, Simmental, Limousin, crossbreeds, feed, energy, consumption, use

Введение. Важнейшим направлением развития современного животноводства является увеличение производства высококачественного мясного сырья с целью обеспечения продовольственной безопасности страны. Для решения этой задачи необходимо разработать и реализовать комплекс мер по организации кормовой базы, внедрению современных методов селекционно-племенной работы в продуктивном животноводстве. В этой связи необходимо рационально использовать генетические ресурсы как отечественной, так и зарубежной селекции. Это позволит добиться существенного увеличения мяса всех видов, в том числе и говядины [1–10]. При этом в товарном мясном скотоводстве необходимо широко практиковать межпородное скрещивание с использованием лучшего отечественного и мирового генофонда. Помеси, вследствие проявления эффекта скрещивания, характеризуются более высоким генетическим потенциалом мясной продуктивности [11–19].

Материалы и методы исследований. Целью исследований являлось изучение влияния генотипа бычков на потребление и использование энергии питательных веществ кормов рациона. Объектом исследования являлись чистопородные бычки симментальской (I группа), лимузинской (II группа) пород и их помеси первого (1/2 лимузин × 1/2 симментал – III группа), второго (3/4 лимузин × 1/4 симментал – IV группа) и третьего (7/8 лимузин × 1/8 симментал – V группа) поколения.

Изучение потребления и использования энергии питательных веществ кормов рациона проводили во время физиологического (балансового) опыта на трёх животных каждого генотипа в 12-месячном возрасте.

Полученный экспериментальный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Плохинский Н. А., 1970) [20].

Результаты исследований. Известно, что с кормовыми средствами рациона в организм животного поступают питательные вещества, которые в результате биохимического окисления выделяют энергию. Она используется организмом на поддержание окислительно-восстановительных процессов, протекающих в организме.

В первую очередь энергия используется на поддержание жизненных процессов, превращается в энергию макроэнергетических соединений, являющихся её резервной формой в организме. При этом у растущего молодняка энергия синтезируется в виде белков органов и тканей.

Полученные нами при проведении балансового опыта данные и их анализ свидетельствуют о влиянии генотипа бычков на потребление и использование энергии питательных веществ кормов рациона (табл. 1).

При этом у помесей первого и второго поколения III и IV групп отмечено проявление гетерозиса как по потреблению, так и использованию всех видов энергии. Так, они превосходили симменталов I группы по потреблению валовой энергии на 8,72–9,95 МДж (96,46–7,40%; $P < 0,01$), чистопородных лимузинов II группы – на 0,94–2,17 МДж (0,66–1,53%; $P > 0,05 - P < 0,05$). Аналогичные межпородные различия отмечались и по потреблению обменной энергии. При этом чистопородные симменталы I группы уступали помесям III и IV групп по величине анализируемого показателя на 10,25–12,79 МДж (12,77–15,93%; $P < 0,01$), лимузинам II группы – на 3,76–6,30 МДж (4,33–7,26%; $P < 0,05$).

Отмечено проявление гетерозиса у помесей III и IV групп и по потреблению обменной энергии. В связи с этим они превосходили симменталов I группы по данному признаку на 8,48–10,38 МДж (12,91–15,80%; $P < 0,01$), а чистопородных лимузинов II группы – на 3,07–5,05 МДж (4,32–7,11%; $P < 0,05$).

Установлено, что помеси III и IV групп более рационально использовали обменную энергию как на поддержание физиологических процессов, протекающих в организме, так и синтез мясной продукции. Достаточно отметить, что они превосходили чистопородных сверстников I группы по затратам обменной энергии на сверх поддержание на 8,76–10,79 МДж (46,37–57,12%; $P < 0,01$), энергии прироста – на 3,37–4,76 МДж (59,75–84,40%; $P < 0,05$). Чистопородные лимузины II группы уступали им, соответственно, на 2,85–4,88 МДж (11,49–19,68%; $P < 0,05$) и на 0,65–2,04 МДж (7,77–24,40%; $P > 0,05 - P < 0,05$).

По затратам обменной энергии на поддержание жизни отмечалось промежуточное наследование признака при лидирующем положении симменталов I группы. Это свидетельствует о более рациональном использовании молодняком II–V групп обменной энергии на поддержание этой функции организма.

Помесные бычки III группы и лимузины II группы отличались более высоким уровнем коэффициента использования обменной энергии на продукцию. Они превосходили по величине этого показателя сверстников симментальской породы I группы на 3,85–5,19%, помесей IV группы – на 1,12–2,24%, помесей V группы – на 3,76–5,10%. При этом чистопородные симменталы I группы уступали помесным бычкам IV и V групп по уровню КПИ ОЭ на 2,73% и 0,09% соответственно. Следовательно, гетерозис по этому признаку проявлялся только у помесей первого поколения III группы, у помесей второго и третьего поколений IV и V отмечалось промежуточное наследование изучаемого показателя. У помесей V группы наблюдалось промежуточное наследование как по энергии

Таблица 1 – Потребление и характер использования энергии рационов подопытными бычками, МДж (X±Sx)

Показатель	Группа											
	I		II		III		IV		V			
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv
Энергия: – валовая	134,37±1,22	1,10	142,15±1,22	1,94	144,32±1,30	1,98	143,09±1,28	1,95	135,15±1,22	1,95	135,15±1,22	0,77
– переваримая	80,25±0,96	0,98	86,74±0,99	1,18	93,04±1,12	1,26	90,50±1,27	1,27	81,00±1,26	1,27	81,00±1,26	1,14
– мочи и метана	14,57±0,40	0,40	15,68±0,48	3,01	16,98±0,55	1,14	16,4±1,56	1,14	14,72±1,54	1,14	14,72±1,54	1,22
– обменная	65,68±0,52	0,59	71,03±0,53	1,20	76,06±0,58	0,61	74,10±0,52	1,22	66,28±0,50	1,22	66,28±0,50	1,14
в т.ч. на поддержание жизни	46,79±0,56	2,14	46,23±0,53	1,96	46,38±0,70	2,10	46,45±0,58	2,13	42,34±0,55	2,13	42,34±0,55	2,10
Энергия сверхподдержания	18,89±0,55	1,60	24,80±0,80	1,80	29,68±0,82	2,10	27,65±0,80	2,06	23,94±0,74	2,06	23,94±0,74	0,14
Энергия прироста	5,64±0,33	3,12	8,36±0,34	3,03	10,40±0,42	3,20	9,01±0,43	3,22	7,17±0,39	3,22	7,17±0,39	3,20
Концентрация обменной энергии в 1 кг СВ	8,53±0,33	4,80	9,06±0,30	4,30	10,01±0,41	4,12	9,31±0,43	4,10	8,56±0,40	4,10	8,56±0,40	3,13
Коэффициент продуктивного использования обменной энергии (КПИ ОЭ) на продукцию, %	29,85	–	33,70	–	35,04	–	32,58	–	29,94	–	29,94	–
Содержание обменной энергии от валовой, %	48,88	–	49,97	–	52,70	–	51,78	–	49,04	–	49,04	–

потребления, так и использования в организме. Достаточно отметить, что они превосходили чистопородных симменталов по потреблению валовой энергии питательных веществ кормов рациона на 0,78 МДж (0,58%), переваримой – на 0,75 МДж (0,93%), обменной – на 0,60 МДж (0,91%), энергии сверх поддержания жизни – на 5,05 МДж (26,73%; $P < 0,01$), энергии прироста – на 1,53 МДж (27,13%; $P < 0,05$). В то же время помесный молодняк V группы уступал чистопородным лимузинам II группы по величине анализируемых показателей на 7,00 МДж (5,18%; $P < 0,01$), 5,74 МДж (6,62%; $P < 0,01$), 4,75 МДж (7,17%; $P < 0,05$), 0,86 МДж (3,59%; $P < 0,05$) и 1,19 МДж (16,59%) соответственно.

Что касается содержания обменной энергии от валовой, то у помесей III и IV групп отмечено проявление гетерозиса, а у помесей V группы – промежуточное наследование признака. Так,

бычки I группы уступали помесям III и IV групп по величине анализируемого показателя на 3,82 и 2,90%, молодняк II группы – на 2,73 и 1,81% соответственно. При этом помесный молодняк V группы превосходил по содержанию обменной энергии от валовой энергии симменталов I группы на 0,16%, но уступал лимузинам II группы на 0,93%.

Что касается энергии мочи и метана, то статистически недостоверное преимущество было на стороне бычков II–V групп.

Выводы. Полученные данные балансового опыта и их анализ свидетельствуют, что бычки всех подопытных групп отличались высоким уровнем потребления и эффективным использованием всех видов энергии питательных веществ кормов рациона на синтез органов и тканей тела. При этом лидирующее положение занимали помеси симменталов с лимузинами первого и второго поколений.

Список источников

1. Герасименко В. В., Рахимжанова И. А., Бабичева И. А. [и др.] Влияние породной принадлежности бычков на эффективность биоконверсии протеина и энергии кормов рациона в мясную продукцию // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 6 (104). С. 290–294. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-104-6-290-294.
2. 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.
3. Косилов В. И., Миронова И. В., Долженкова Г. М. [и др.] Качество мышечной ткани тёлочек разных генотипов // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 47–52. ISSN 1998-1635. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.008.
4. 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.
5. Иванова И. П., Юрченко Е. Н. Эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота в зависимости от уровня автоматизации процессов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 6 (104). С. 299–304. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-104-6-299-304.
6. 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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012109. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012109. EDN BNERJZ.
7. 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.
8. 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.
9. 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 : монография. Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2016. 316 с. ISBN 978-5-88838-965-2.
10. 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.
11. 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

12. 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.

13. 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. ISSN 0021-342X. DOI 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102.

14. 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.

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. P. 22028. DOI 10.1088/1755-1315/421/2/022028. EDN XWGIPO.

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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012045. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012045. EDN MYHPJW.

17. 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.П. Филиппова. 2022. № 4 (69). С. 77–84. DOI 10.34655/bgsha. 2022.69.4.010.

18. 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, No. S3. P. 38–42. DOI 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42. EDN QCWEPV.

19. 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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131. EDN UEDGCH.

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

References

1. Gerasimenko V. V., Rakhimzhanova I. A., Babicheva I. A. [i dr.] Vliyanie porodnoj prinadlezhnosti bychkov na effektivnost' biokonversii proteina i energii kormov raciona v myasnuyu produkciju // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 6 (104). S. 290–294. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-104-6-290-294.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. Ivanova I. P., Yurchenko E. N. Effektivnost' vyrashchivaniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot urovnya avtomatizacii processov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 6 (104). S. 299–304. ISSN 2073-0853. DOI 10.37670/2073-0853-2023-104-6-299-304.

6. 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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012109. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012109. EDN BNERJZ.

7. 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.

8. 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.

9. Kosilov V. I., Mironenko S. I., Andrienko D. A. [i dr.] Ispol'zovanie geneticheskikh resursov krupnogo rogatogo skota raznogo napravleniya produktivnosti dlya uvelicheniya proizvodstva govyadiny na Yuzhnom Urale : monografiya. Orenburg : Orenburgskij GAU, 2016. 316 s. ISBN 978-5-88838-965-2.

10. Nikonova E. A., Mironenko S. I., Kubatbekov T. S. [i dr.] Ekster'ernye osobennosti molodnyaka chyorno-pyostroj porodny 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.
11. 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
12. Shchegolev P. O., Sabetova K. D., Chaitiskij 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.
13. Khabibullin I. M., Mironova I. V., Khabibullin R. M. [i dr.] Effektivnost' ispol'zovaniya adaptoginov razlichnogo proiskhozhdeniya na myasnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 4.S. 94–102. ISSN 0021-342X. DOI 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102.
14. Tolochka V. V., Kosilov V. I., Garmaev D. Ts. 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.
15. Zhaimysheva S. S., Kosilov V. I., Mirosnikov 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. P. 22028. DOI 10.1088/1755-1315/421/2/022028. EDN XWGIPO.
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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012045. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012045. EDN MYHPJW.
17. 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.
18. 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, No. S3. P. 38–42. DOI 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42. EDN QCWEPV.
19. 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, Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131. EDN UEDGCH.
20. Plokhinskij N. A. Biometriya. 2-e izd. M. : Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. 367 s.

Сведения об авторах

Сауле Серекпаевна Жаймышева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 5026-8282.

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.

Татьяна Геннадьевна Герасимова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии и производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spin-код: 8818-6082.

Лариса Николаевна Бакаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, 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 – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, 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.

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.

Tatyana G. Gerasimova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, 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.

Larisa N. Bakaeva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, 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.

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 племязаводов – 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 636.082/33.14.02
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.008

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БАРАНЧИКОВ НА БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН В ОРГАНИЗМЕ

**В. И. Косилов¹, И. В. Миронова², Г. М. Долженкова³, Э. Т. Ахмадуллина⁴,
А. Р. Салихов⁵, О. В. Алексеев⁶**

¹Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

^{2, 3, 4, 5, 6}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

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

Реферат. В статье приводятся результаты изучения особенностей обмена белка в организме чистопородных баранчиков романовской породы (I группа), её помесей первого поколения с эдильбаевской ($1/2$ романовская \times $1/2$ эдильбай – II группа) и второго поколения ($1/4$ романовская \times $3/4$ эдильбай – III группа). Установлен положительный баланс азота у баранчиков всех подопытных групп. В то же время, вследствие проявления эффекта скрещивания, помесный молодняк II и III групп превосходил чистопородных сверстников I группы по потреблению и перевариванию азота, отложению его в теле, величине коэффициента использования как от принятого, так и переваренного. Так, чистопородные баранчики I группы уступали помесному молодняку II и III групп по потреблению азота с кормом, соответственно, на 3,25 г (10,61%) и 3,49 г (11,39), массе переваренного – на 2,29 г (12,04%) и 2,55 г (13,41%), отложению в теле – на 1,65 г (23,77%) и 1,79 г (25,79%). Помесный молодняк II и III групп превосходил чистопородных сверстников I групп по величине коэффициента использования азота от принятого с кормом на 2,70 и 2,93%, от переваренного – на 3,82 и 3,96% соответственно. Статистически недостоверное преимущество по выделению азота с калом было на стороне помесных баранчиков II группы, с мочой – помесного молодняка III группы. Лидирующее положение по потреблению и использованию азота корма занимали помесные баранчики III группы.

Ключевые слова: овцеводство, романовская порода, помеси с эдильбаевской породой, баранчики, азот, потребление, использование

THE EFFECT OF THE LAMB GENOTYPE ON PROTEIN METABOLISM IN THE BODY

**Vladimir I. Kosilov¹, Irina V. Mironova², Galina M. Dolzhenkova³,
Elvira T. Akhmadullina⁴, Azat R. Salikhov⁵, Oleg V. Alekseev⁶**

¹Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

^{2, 3, 4, 5, 6}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

²Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

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

Abstract. The article provides the results of studying the characteristics of protein metabolism in the body of purebred lambs of the Romanov breed (group I), its crossbreeds of the first generation with the Edilbaev ($1/2$ Romanov \times $1/2$ Edilbay – group II) and the second generation ($1/4$ Romanov \times $3/4$ Edilbay – group III). A positive balance of nitrogen was established in the lambs of all experimental groups. At the same time, due to the manifestation of the crossbreeding effect, the crossbreed young animals of groups II and III were superior to the purebred herdmates of group I in the consumption and digestion of nitrogen, its deposition in the body, and the value of the utilization coefficient from both accepted and digested. Thus,

the purebred lambs of group I were inferior to the crossbred young animals of groups II and III in terms of nitrogen consumption with feed, respectively, by 3.25 g (10.61%) and 3.49 g (11.39), the mass of digested – by 2.29 g (12.04%) and 2.55 g (13.41%), deposition in the body – by 1.65 g (23.77%) and 1.79 g (25.79%). The crossbred young animals of groups II and III exceeded the purebred herdmates of groups I in terms of the nitrogen utilization coefficient from the accepted with feed by 2.70 and 2.93%, from the digested – by 3.82 and 3.96%, respectively. A statistically unreliable advantage in the release of nitrogen from feces was on the side of crossbreed lambs of group II, and with urine – crossbreed young animals of group III. The leading position in the consumption and use of nitrogen feed was occupied by crossbreed lambs of the III group.

Keywords: sheep breeding, Romanov breed, crossbreeds with the Edilbaev breed, lamb, nitrogen, consumption, use

Введение. Оптимизация развития овцеводства, повышение его продуктивности и эффективности в условиях современного агропромышленного комплекса в значительной степени зависит от разумного использования генетических ресурсов данной отрасли [1–7]. Породы овец, разводимые в стране, обладают достаточно высоким генетическим потенциалом производительности и, при создании благоприятных условий содержания и полноценного, сбалансированного кормления, способны демонстрировать высокий уровень продуктивности [8–12]. Однако изменение требований к современному типу овцеводства сопровождается необходимостью селекционно-племенной работы в направлении улучшения мясных характеристик животных [13–16].

В последние годы для повышения мясных качеств отечественных пород овец широко используются животные эдильбаевской породы. В результате скрещивания проявляется положительный эффект, и помесный молодняк выделяется более высокой мясной продуктивностью. Однако этот эффект наблюдается только при наличии достаточного количества протеина в рационе, поэтому вопрос мониторинга потребления и усвояемости азота питательных веществ в кормах при интенсивном разведении помесей на мясо становится актуальным [17–19].

Цель эксперимента заключалась в повышении продуктивных качеств баранчиков романовской породы за счёт скрещивания с эдильбаевской. В задачу входило установление баланса азота в организме баранчиков всех генотипов для оценки их белкового обмена.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись баранчики следующих генотипов: I группа – чистопородные романовской породы; II группа – помеси первого поколения с эдильбайми – $\frac{1}{2}$ романовская \times $\frac{1}{2}$ эдильбай; III группа – помеси второго поколения – $\frac{1}{4}$ романовская \times $\frac{3}{4}$ эдильбай.

Потребление и использование азота кормов рациона, или баланс азота, устанавливали при проведении физиологического (балансового) опыта у трёх баранчиков каждого генотипа.

Используя методические указания (Н. А. Плехинский, 1970) [20], вычисляли среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Достоверность показателей устанавливали с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Белки имеют важное физиологическое значение и, как известно, выполняют комплекс важных функций в жизнедеятельности организма животных. Белок корма, оказываясь в желудочно-кишечном тракте, под действием ферментов желудочного сока расщепляется до простых веществ: полипептидов и аминокислот. Их транспортировка осуществляется по кровотоку во все органы и ткани животного, с последующим участием в синтезе белковых структур и биологически активных веществ (антитела, гормоны и ферменты).

При мониторинге направленности и эффективности обмена веществ в организме растущего молодняка разных генотипов устанавливается масса белков, необходимых животному для интенсивного роста и развития, и определяются типы белков, способствующих этому процессу. Только решив эти две взаимосвязанные проблемы, можно более полно реализовать биоресурсный потенциал продуктивности.

При этом характер и интенсивность белкового обмена в организме устанавливаются путём определения его баланса, исходя из того, что азот как компонент входит в структуру белка. Для определения баланса азота устанавливают разницу между массой азота, потребляемого животным в белках корма, и количеством азота, выделяемого с калом и мочой в процессе его жизнедеятельности. Этот показатель является основной характеристикой биологической полноценности корма, скармливаемого животному, и, по сути, обобщённым показателем степени и характера использования организмом азотистых веществ.

При откорме молодняка степень его роста можно определить по массе азота, накопленного в организме. Следует иметь в виду, что баланс азота в организме животного регулируется влиянием комплекса факторов.

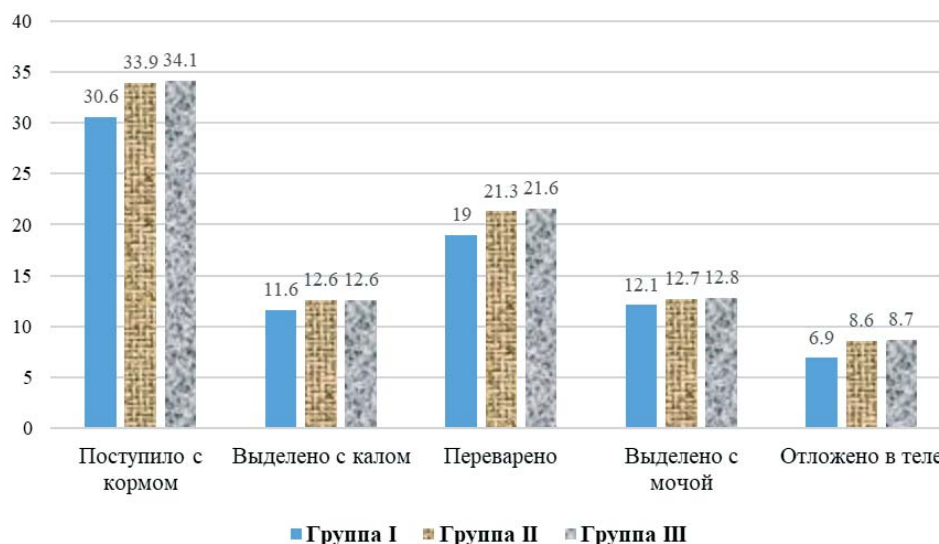


Рисунок 1 – Среднесуточный баланс азота у чистопородного и помесного молодняка овец, г

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о влиянии генотипа молодняка опытной группы на показатели потребления и использования азота корма. При этом, благодаря эффекту скрещивания, помесный молодняк превосходил чистопородный по этим показателям (рис. 1).

Так, баранчики I группы уступали помесным сверстникам II и III групп по массе потребленного азота на 3,25 г (10,61%, $P < 0,05$) и 3,49 г (11,39%, $P < 0,01$) соответственно. При этом помесные баранчики второго поколения III группы превосходили помесный молодняк первого поколения II группы по величине анализируемого показателя на 0,24 г (0,71%).

Аналогичные межгрупповые различия отмечались и по массе переваренного азота. Достаточно отметить, что помесные баранчики II и III групп превосходили чистопородных сверстников I группы по количеству переваренного азота на 2,29 г (12,04%, $P < 0,01$) и 2,55 г (13,41%) соответственно. Лидирующее положение по уровню переваренного азота занимали помеси второго поколения III группы, которые превосходили помесных баранчиков первого поколения на 0,26 г (1,22%, $P < 0,05$).

Отмечено влияние генотипа баранчиков и на отложение азота в теле. При этом, вследствие проявления эффекта скрещивания, помеси II и III групп превосходили чистопородных сверстников I группы по величине изучаемого показателя на 1,65 г (23,77%, $P < 0,05$) и 1,79 г (25,79%, $P < 0,05$), а молодняк II группы уступал помесям III группы на 0,14 г (1,62%, $P > 0,05$).

Межгрупповые различия по массе поступившего с кормом азота, переваренного и отложенного в теле, обусловленные генотипом молодняка, оказали влияние на эффективность его исполь-

зования на синтез продукции. При этом чистопородные баранчики I группы уступали помесным сверстникам II и III групп по величине коэффициента использования азота от принятого на 2,70 и 2,93%, от переваренного – на 3,82 и 3,96%. Лидирующее положение по этим показателям занимали помесные баранчики второго поколения III группы, которые превосходили помесных сверстников первого поколения по уровню коэффициента использования азота от принятого на 0,23%, от переваренного – на 0,14%.

Установлено, что статистически недостоверное преимущество по выделению азота с калом было на стороне помесных баранчиков II группы, а с мочой – помесного молодняка III группы.

Межгрупповая разница в массе переваренного и накопленного в организме азота обусловлена генотипом молодняка, который влияет на эффективность его использования для синтеза продукции. Так, чистопородные баранчики I группы уступали помесным сверстникам II и III групп на 2,70 и 2,93% по коэффициенту использования азота из поступившего азота и на 3,82 и 3,96% – из переваренного азота. Максимальные показатели по данным позициям оказались у помесных баранчиков второго поколения III группы, у которых коэффициент использования азота от принятого азота на 0,23% и от переваренного азота – на 0,14% выше, чем у их сверстников первого поколения.

Выявлено, что статистически незначимое преимущество по выделению азота с каловыми массами было выявлено у помесных баранчиков II группы, а по выделению с мочой – у помесного молодняка III группы.

Выводы. Полученные в ходе исследований данные и их анализ свидетельствуют о положительном балансе азота в организме баранчиков

всех генотипов. Это свидетельствует об активном белковом обмене в организме молодняка подопытных групп. В то же время, благодаря эффекту скрещивания, потребление азота помесными баранчиками и его использование для синтеза продукции превышало аналогичный показатель чистопородных животных, причём лидировали помеси второго поколения III группы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Юлдашбаев Ю. А., Магомедов Т. А., Двалишвили В. Г. [и др.]. Продуктивность эдильбаевских овец в условиях Нижнего Поволжья // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2010. № 282. С. 919–922.
2. Косилов В., Шкилев П., Никонова Е., Андриенко Д. Продуктивные и мясные качества молодняка овец ставропольской породы на Южном Урале // Главный зоотехник. 2011. № 8. С. 35–47. ISSN 2074-7454.
3. Мальчиков Р. В. Биологическая полноценность, физико-химические и технологические свойства длиннейшей мышцы спины баранчиков разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 324–328. ISSN 2073-0853.
4. Кубатбеков Т. С., Мамаев С. Ш., Галиева З. А. Продуктивные качества баранчиков разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 138–140. ISSN 2073-0853.
5. Шкилев П. Н., Косилов В. И., Никонова Е. А. Возрастные изменения некоторых анатомических частей туши молодняка овец Южного Урала // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 2. С. 24–26. ISSN 2074-0840.
6. Перевойко Ж. А. Липидный состав и экологическая безопасность мышечной ткани чистопородных и помесных баранчиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 328–332. ISSN 2073-0853.
7. Косилов В. И., Шкилев П. Н., Никонова Е. А. Влияние полового диморфизма на весовой и линейный рост цигагской породы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2009. № 2. С. 110–113. ISSN 2074-0840
8. Кубатбеков Т. С., Косилов В. И., Мамаев С. Ш. [и др.] Рост, развитие и продуктивные качества овец : монография. М. : ООО «Алтын Принт», 2016. 186 с. ISBN 978-9967-08-560-2.
9. Шкилев П. Н., Косилов В. И., Никонова Е. А. [и др.] Показатели биоконверсии основных питательных веществ рациона в мясную продукцию при производстве баранины основных пород овец Южного Урала // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. Т. 1, № 6. С. 134–139. EDN QBPPST.
10. Лушников В. П., Стрильчук А. А. Мясная продуктивность баранчиков эдильбаевской породы в зависимости от размера курдюка // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 1. С. 23–25. ISSN 2074-0840.
11. Баситов К. Т., Чортонбаев Т. Д., Бектуров А. Коррелятивная изменчивость хозяйственно полезных признаков у ярок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 320–324. ISSN 2073-0853.
12. Косилов В. И., Кубатбеков Т. С., Рахимжанова И. А. [и др.] Морфологический состав и соотношение тканей в туше баранчиков романовской породы и ее помесей с эдильбаевской породой // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 1. С. 25–27. ISSN 2074-0840.
13. Косилов В. И., Шкилев П. Н., Никонова Е. А. [и др.] Особенности изменения гематологических показателей молодняка овец основных пород Южного Урала под влиянием пола, возраста и сезона года // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. Т. 1, № 6. С. 53–64. EDN QBPPNJ.
14. Никонова Е. А., Рахимжанова И. А., Бабичева И. А. [и др.] Пищевая и энергетическая ценность мясной продукции баранчиков разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 304–308. ISSN 2073-0853.
15. Старцева Н. В. Особенности телосложения чистопородных и помесных баранчиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 311–316. ISSN 2073-0853.
16. Ерохин А. И., Магомадов Т. А., Ерохин С. А. [и др.] Эффективность промышленного скрещивания основных пород овец России с производителями разного направления продуктивности // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 7–13. ISSN 2074-0840.
17. Мальчиков Р. В. Убойные качества чистопородных и помесных баранчиков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 316–320. ISSN 2073-0853.
18. Галиева З. А., Миронова И. В., Захаров С. В. [и др.] Эффективность влияния на живую массу баранчиков романовской породы трутневого гомогената // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 51–55. ISSN 2074-0840.

19. Траисов Б. Б., Давлетова А. М., Чылбак-оол С. О. [и др.] Особенности телосложения молодняка овец эдильбаевской породы разных внутриволокнистых типов // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 25–30. ISSN 2074-0840.

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

References

1. Juldashbaev Yu. A., Magomedov T. A., Dvalishvili V. G. [i dr.]. Produktivnost' jedil'baevskih ovec v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya // Doklady Timirjazevskoj sel'skhozjajstvennoj akademii. 2010. № 282. S. 919–922.

2. Kosilov V., Shkilev P., Nikonova E., Andrienko D. Produktivnye i mjasnye kachestva molodnjaka ovec stavropol'skoj породы на Juzhnom Urale // Glavnyj zootehnik. 2011. № 8. S. 35–47. ISSN 2074-7454.

3. Mal'chikov R. V. Biologicheskaja polnocennost', fiziko-himicheskie i tehnologicheskije svojstva dlinnejšej myshcy spiny baranchikov raznyh genotipov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 5 (103). S. 324–328. ISSN 2073-0853.

4. Kubatbekov T. S., Mamaev S. Sh., Galieva Z. A. Produktivnye kachestva baranchikov raznyh genotipov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 2 (46). S. 138–140. ISSN 2073-0853.

5. Shkilev P. N., Kosilov V. I., Nikonova E. A. Vozrastnye izmenenija nekotoryh anatomicheskikh chastej tushi molodnjaka ovec Juzhnogo Urala // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2014. № 2. S. 24–26. ISSN 2074-0840.

6. Perevojko Zh. A. Lipidnyj sostav i jekologicheskaja bezopasnost' myshechnoj tkani chistoporodnyh i pomesyh baranchikov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 5 (103). S. 328–332. ISSN 2073-0853.

7. Kosilov V. I., Shkilev P. N., Nikonova E. A. Vlijanie polovogo dimorfizma na vesovoj i linejnyj rost cigajskoj породы // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2009. № 2. S. 110–113. ISSN 2074-0840

8. Kubatbekov T. S., Kosilov V. I., Mamaev S. Sh. [i dr.] Rost, razvitie i produktivnye kachestva ovec : monografija. M. : OOO «Altyn Print», 2016. 186 s. ISBN 978-9967-08-560-2.

9. Shkilev P. N., Kosilov V. I., Nikonova E. A. [i dr.] Pokazateli biokonversii osnovnyh pitatel'nyh veshhestv raciona v mjasnuju produkciju pri proizvodstve baraniny osnovnyh porod ovec Juzhnogo Urala // Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2013. T. 1, № 6. S. 134–139. EDN QBPPST.

10. Lushnikov V. P., Stril'chuk A. A. Mjasnaja produktivnost' baranchikov jedil'baevskoj породы v zavisimosti ot razmera kurdjuka // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2023. № 1. S. 23–25. ISSN 2074-0840.

11. Basitov K. T., Chortonbaev T. D., Bekturov A. Korreljativnaja izmenchivost' hozjajstvenno poleznyh priznakov u jarak raznyh genotipov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 2 (100). S. 320–324. ISSN 2073-0853.

12. Kosilov V. I., Kubatbekov T. S., Rakhimzhanova I. A. [i dr.] Morfologicheskij sostav i sootnoshenie tkanej v tushe baranchikov romanovskoj породы i ee pomesej s jedil'baevskoj porodoj // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2023. № 1. S. 25–27. ISSN 2074-0840.

13. Kosilov V. I., Shkilev P. N., Nikonova E. A. [i dr.] Osobennosti izmenenija gematologicheskikh pokazatelej molodnjaka ovec osnovnyh porod Juzhnogo Urala pod vlijaniem pola, vozrasta i sezona goda // Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2013. T. 1, № 6. S. 53–64. EDN QBPPNJ.

14. Nikonova E. A., Rakhimzhanova I. A., Babicheva I. A. [i dr.] Pishhevaja i jenergeticheskaja cennost' mjasnoj produkcii baranchikov raznyh genotipov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 4 (102). S. 304–308. ISSN 2073-0853.

15. Startseva N. V. Osobennosti teloslozhenija chistoporodnyh i pomesyh baranchikov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 2 (100). S. 311–316. ISSN 2073-0853.

16. Erokhin A. I., Magomadov T. A., Erokhin S. A. [i dr.] Jeffektivnost' promyshlennogo skreshhivaniya osnovnyh porod ovec Rossii s proizvoditeljami raznogo napravlenija produktivnosti // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2023. № 2. S. 7–13. ISSN 2074-0840.

17. Mal'chikov R. V. Ubojnye kachestva chistoporodnyh i pomesyh baranchikov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 2 (100). S. 316–320. ISSN 2073-0853.

18. Galieva Z. A., Mironova I. V., Zakharov S. V. [i dr.] Jeffektivnost' vlijaniya na zhivuju massu baranchikov romanovskoj породы trutnevogo gomogenata // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2023. № 2. S. 51–55. ISSN 2074-0840.

19. Traisov B. B., Davletova A. M., Chylbak-ool S. O. [i dr.] Osobennosti teloslozhenija molodnjaka ovec jedil'baevskoj породы raznyh vnutripolostnyh tipov // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. 2023. № 2. S. 25–30. ISSN 2074-0840.

20. Plokhinskij N. A. Biometrija. 2-е изд. М. : Изд-во Московского университета, 1970. 367 с.

Сведения об авторах

Владимир Иванович Косилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения 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.

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.

Эльвира Тимербулатовна Ахмадуллина – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, оздоровления и спорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; spin-код: 1035-5368.

Азат Рамзилович Салихов – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 8264-9519.

Олег Владимирович Алексеев – старший преподаватель кафедры физической культуры, оздоровления и спорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; spin-код: 2564-9351.

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 Technological University", spin-code: 7655-5831.

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.

Elmira T. Akhmadullina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture, Health improvement and Sports, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Agrarian University", spin-code: 1035-5368.

Azat R. Salikhov – Candidate of Technical Sciences, Associate 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: 8264-9519.

Oleg V. Alekseev – Senior Lecturer of the Department of Physical Culture, Health improvement and Sports, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Agrarian University", spin-code: 2564-9351.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 63.636.034
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.009

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**О. В. Крупина¹, Р. М. Хабибуллин², И. В. Миронова³, И. М. Хабибуллин⁴,
Ю. Н. Чернышенко⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

³Уфимский государственный нефтяной университет, Уфа, Россия

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

Реферат. В статье приводятся результаты изучения минерального состава крови и молока коров чёрно-пёстрой породы, распределённых на 4 равные группы. Животные контрольной группы (I группа) потребляли только рацион, разработанный в хозяйстве; коровам трёх опытных групп (II, III и IV) в рацион добавляли адаптогены (левзею сафлоровидную, трутневый гомогенат и пантокрин). Для исследований влияния адаптогенов была выбрана спиртовая форма в виде настоек. Масса задаваемых компонентов рассчитывалась исходя из живой массы, и норма введения составляла 0,01 мл на 1 кг веса животного. Для точного дозирования производили растворение в 200 мл воды рассчитанного объёма настойки. Тестируемые компоненты коровы получали во время утреннего питья на протяжении 14 дней с таким же по длительности перерывом на протяжении всего периода лактации. Все показатели изучали в межгрупповом аспекте. Сыворотку крови исследовали на предмет содержания кальция и фосфора. По данным показателям коровы опытных групп лидировали над сверстницами I группы на 0,06–0,17 ммоль/л (2,22–6,30%) и 0,02–0,04 ммоль/л (0,90–1,79%) соответственно, максимальная концентрация отмечена в образцах животных III группы. В коровьем молоке также было проанализировано содержание кальция и фосфора. Установлено увеличение доли кальция в образцах молока II–IV групп на 3,6–6,8%, фосфора – на 0,50–3,74% по сравнению с контрольной группой I. Более высокие значения были отмечены в образцах молока животных III группы, где коровы получали в качестве адаптогена трутневый гомогенат.

Ключевые слова: молоко, кальций, фосфор, питание, состав, коровы, кровь

THE MINERAL COMPOSITION OF COWS' MILK AS A RAW MATERIAL FOR FOOD PRODUCTS FOR SPORTS PURPOSES

**O. V. Krupina¹, R. M. Khabibullin², I. V. Mironova³, I. M. Khabibullin⁴,
Yu. N. Chernyshenko⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

³Ufa State Petroleum University, Ufa, Russia

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

Abstract. The article provides the results of a study of the mineral composition of blood and milk of black-and-white cows distributed into 4 equal groups. Animals of the control group (group I) consumed only a diet developed on the farm, to cows of three experimental groups (II, III and IV) adaptogens were added to the diet (maral root, drone-breeding homogenate and pantocrin). For studies of the influence of adaptogens an alcohol form in the form of tinctures was chosen. The weight of the given components was calculated on the basis that the live weight and the application rate was 0.01 mL per 1 kg of animal weight. For accurate dosing the calculated volume of tincture was dissolved in 200 mL of water. The cows received the tested components during morning drinking for 14 days with a break of the same duration throughout the lactation period. All parameters were studied in the intergroup aspect. Blood serum was examined for calcium and phosphorus content. According to these indicators cows of experimental groups led over herdmates of group I by 0.06–0.17 mmol/L (2.22–6.30%) and 0.02–0.04 mmol/L (0.90–1.79%), respectively, the maximum concentration was noted in samples of animals of group III. Calcium and phosphorus contents were also analyzed in cow's

**Минеральный состав молока коров как сырья для продуктов питания
спортивного назначения**

milk. An increase in the proportion of calcium in the milk samples of groups II–IV was found by 3.6–6.8%, phosphorus – by 0.50–3.74% compared to the control group I. Higher values were noted in the milk samples of animals of group III, where cows received drone-breeding homogenate as an adaptogen.

Keywords: milk, calcium, phosphorus, nutrition, composition, cows, blood

Финансирование: работа выполнена по ГРАНТу АО Россельхозбанка.

Введение. Одной из актуальных задач в современной пищевой промышленности является снабжение организма минеральными веществами, которые играют важную биологическую роль для человека. Молоко является ценным продуктом питания. Оно содержит необходимые для питания вещества, в том числе минеральные, органические соли, макро- и микроэлементы. Около 80–85% суточного кальция восполняется именно молочными продуктами. Для большинства населения страны молоко является главным источником кальция и фосфора [1–4].

В последнее время для повышения эффективности, стимуляции роста и развития животных, повышения неспецифического иммунитета широко используются кормовые добавки разного действия, но особое внимание заслуживают адаптогены. По своей природе происхождения они могут быть растительными и животными [5–9].

В растениях присутствуют биологически активные вещества, обладающие разным действием, включая антибактериальный, антиоксидантный и даже анаболический эффект. К числу адаптогенов животного происхождения можно отнести препараты, произведённые из маралых пантов. Для извлечения активных веществ из молодых рогов марала производят их механическое спиливание. Вторым адаптогеном, заслуживающим внимания, является трутневый гомогенат. Учитывая богатый набор минеральных компонентов во всех продуктах пчеловодства, можно предположить и разнообразие минеральных веществ в трутневом расплоде. Он содержит водо- и жирорастворимые витамины, имеющие важное значение для развития организма [10–14].

Минералы, входящие в состав кормов и кормовых добавок, содержат соли, кислоты, включая минеральные и органические, и находятся в связи с белковыми молекулами. Для растущего молодняка в рационах необходимо поддерживать правильное соотношение минеральных веществ, поскольку у него происходит развитие костяка из костной ткани. Для коров важно сформировать лактационную деятельность, для чего необходимо обеспечить им полноценное кормление. На данном этапе важно поддержать минеральный обмен с той целью, чтобы минеральные вещества были усвоены организмом коров, не проявили отрицательного эффекта на интенсивность лактации [15–17].

Для оценки степени трансформации минеральных веществ из корма в продукцию целесообразно изучить состав крови. По крови при жизни можно судить о физиологическом состоянии организма и спрогнозировать продуктивность животных. При изучении картины крови, помимо основных морфологических и биохимических исследований, уделяют внимание исследованию содержания фосфора и кальция. По сравнению с другими составными частями крови, зависящими от многих факторов, данные минеральные элементы проявляют сравнительно высокую стабильность и свидетельствуют об отсутствии дефицита в изучаемых веществах [18–19].

Цель исследования – повышение качества молочного сырья, за счёт применения в составе рациона адаптогенов различной природы.

Новизна работы заключается в том, что впервые в условиях Южного Урала проведены комплексные исследования по изучению влияния разных видов адаптогенов на состояние организма, молочную продуктивность и качественного состава молока коров чёрно-пёстрой породы.

Материалы и методы исследования. Комплексное изучение адаптогенов в составе рациона коров чёрно-пёстрой породы и их влияние на состав крови и молока было организовано в рамках научно-хозяйственного опыта в ООО «Агро-Альянс» Чишминского района Республики Башкортостан.

Поставленные задачи решались в несколько этапов. Сначала были подобраны животные по ряду признаков, таких как их возраст, порода, масса, продуктивность, общее состояние организма; определено количество – 40 животных; разделены на 4 группы по принципу групп-аналогов в равном количественном соотношении. Далее группам были присвоены номера (I группа – контрольная; II, III и IV группы – опытные) и определён вид адаптогена для каждой группы. II группа получала левзею, III – трутневый гомогенат, IV – настойку «Пантокрин». Для дачи животным изучаемые компоненты готовили для введения в питьё. С этой целью спиртовые настойки изучаемых препаратов рассчитывали по норме из расчёта 0,01 мл на 1 кг веса животного, отмеряли объём и производили растворение в 200 мл воды. Далее на протяжении периода лактации в утренние часы тестируемые адаптогены задавали жи-

вотным с питьём на протяжении 14 дней, затем делали двухнедельный перерыв, и дачу препаратов возобновляли.

Важно отметить, что животным был предоставлен 30-дневный подготовительный период, чтобы животные привыкли к новым условиям. На основании мониторинга качества кормов, общего состояния животных, уровня их продуктивности в программе «Рацион 2+» были составлены рационы, учитывающие принятые современные детализированные нормы кормления, и подвергались периодической корректировке [3].

Результаты исследований. Кальций и фосфор играют важную роль как для растущих животных, так и для взрослых высокопродуктивных коров. Известно, что недостаток их в рационе влечёт нарушение окостенения хрящевой ткани скелета и возникает рахит у телят. Сбои в минеральном обмене характерны в период лактации для высокопродуктивных коров, но, что очень важно, в молоке массовая доля кальция не снижается, даже несмотря на самый жёсткий его недостаток в кормлении. Согласно нормативным данным, содержание кальция в крови коров должно быть не ниже 2,50–3,11 ммоль/л, а фосфора – не ниже 1,45–2,10 ммоль/л.

При установлении содержания в сыворотке крови минеральных веществ кальция и фосфора установлен схожий характер их межгруппового изменения (рис. 1).

Концентрация кальция и фосфора у коров II–IV групп повышалась относительно сверстниц I группы на 0,06–0,17 ммоль/л (2,22–6,30%), фосфора – на 0,02–0,04 ммоль/л (0,90–1,79%).

Наибольшие значения как по содержанию кальция, так и фосфора наблюдаются у животных III группы, превосходя сверстниц II опытной группы по содержанию кальция на 0,11 ммоль/л (3,99%), фосфора – на 0,02 ммоль/л (0,89%); IV группы – на 0,4 ммоль/л (1,41%) и 0,01 ммоль/л (0,44%), соответственно.

Необходимо отметить, что изменение минерального состава сыворотки крови протекало в физиологически нормативных пределах, что указывает на нормальное течение минерального обмена и адекватное восприятие организмом коров всех подопытных групп действия адаптогенов.

Состав молока представляет особую ценность вследствие биологической полноценности молока. Особая роль в этом принадлежит минеральным элементам, поскольку они входят в состав казеинат-кальций-фосфатного комплекса белков молока. Обогащение рациона коров II–IV подопытных групп адаптогенами из левзеи, трутневого гомогената и пантокринина способствовало проявлению положительного эффекта на содержание минеральных веществ в молоке (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что действие адаптогенов было положительным, в том числе и при изучении минерального состава молока коров. Так, на всех этапах исследования в молоке коров II, III и IV групп отмечается увеличение доли кальция и фосфора, по сравнению с животными I группы.

Массовая доля кальция в коровьем молоке в опытных группах увеличивалась на 3,6, 6,8 и 5,72 мг% по сравнению с базовыми сверстницами. Замечено, что более высокие значения изучаемой

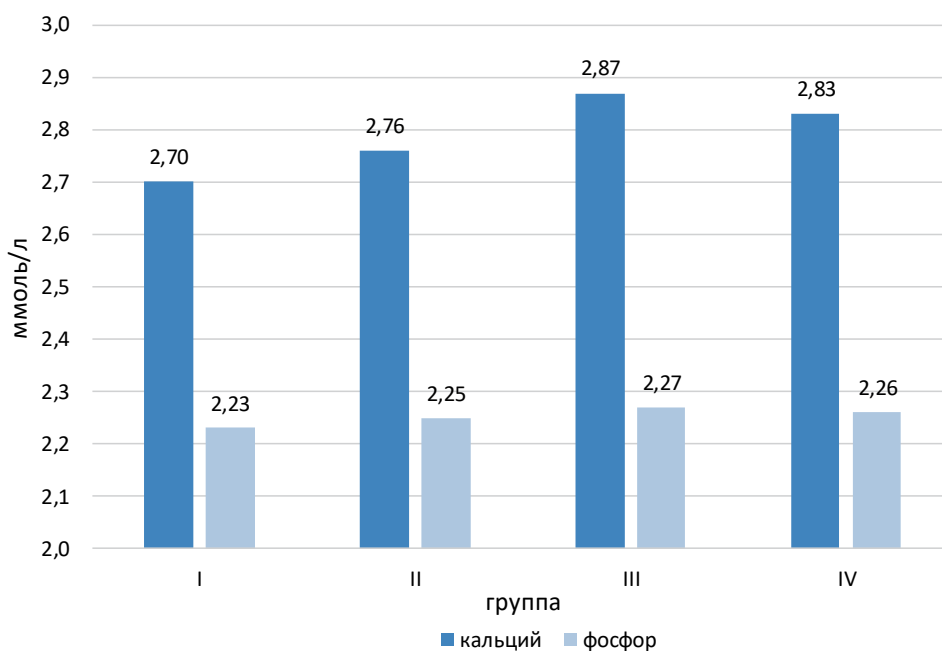


Рисунок 1 – Содержание кальция и фосфора в крови коров, ммоль/л

Таблица 1 – Динамика изменения макроэлементов в молоке, мг%

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Кальций	125,4±2,465	129,00±2,372	132,20±4,114	131,12±0,915
Фосфор	93,86±0,70	94,72±0,58	96,72±0,46	97,12±0,97
Соотношение кальция и фосфора	1,34	1,36	1,37	1,35

величины характерны для молока коров, потребляющих трутневый гомогенат в дозе 0,01 мл на 1 кг веса животного.

При изучении содержания фосфора были зафиксированы максимальные значения у животных III группы (96,26 мг%). Сравнение с аналогами I группы показало их преимущество на 3,74 мг%, II группы – на 0,86 мг% и IV группы – на 0,50%.

Соотношение кальция и фосфора имеет большое значение для оценки биологической ценности молока. Рекомендуемое соотношение между кальцием и фосфором в молоке составляет 1:1–1,4:1, что полностью соответствует физиологическим потребностям. В наших исследованиях этот показатель зимой составлял 1,34:1 в I группе; 1,36:1 – во II группе; 1,37:1 – в III группе и 1,35:1 – в IV группе. Летом соотношение несколько снижается.

Выводы. Разбор динамики минерального состава крови и в последующем – молока указывает на положительное влияние в составе рациона коров адаптогенов растительного и животного происхождения. У коров, потребля-

ющих дополнительно в составе рациона левзею сафлоровидную, трутневый гомогенат и препарат «Пантокрин», отмечается увеличение доли кальция и фосфора в составе молока. Это указывает на повышение пищевой ценности молока вследствие активизации минерального обмена в организме коров, улучшение качества молочного сырья и его технологических свойств. В результате получено молоко с оптимальным минеральным составом, которое было использовано для производства продукта на молочной основе для спортсменов. Для этого произведён подбор дозировок внесения левзеи сафлоровидной, способ подготовки компонента, этап внесения, анализ качества полученных образцов, составлена рецептура и схема технологического процесса, рассчитана пищевая, биологическая и энергетическая ценность и экономическая эффективность разработки. В результате был получен продукт, обеспечивающий повышение физической и умственной работоспособности, переносимости нагрузок.

Список источников

1. Гришина Г. И. Минеральный состав молока коров разных линий // Аграрный вестник Урала. 2009. № 4 (58). С. 88–89. ISSN 1997-4868.
2. Юлдашбаев Ю. А., Косилов В. И., Кадралиева Б. [и др.] Молочная продуктивность коров-первотелок черно-пестрой, голштинской пород разной селекции и их помесей // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (62). С. 107–112. DOI 10.31563/1684-7628-2022-62-2-107-112.
3. Ананьева Т. В., Остроухова В. И. Факторы, влияющие на молочную продуктивность коров, физико-химические и микробиологические показатели молока-сырья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 С. 60–71. DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-60-71.
4. Сергеев И. В. Влияние скармливания левзеи сафлоровидной на минеральный обмен в организме лактирующих коров // Пермский аграрный вестник. 2018. № 4 (24). С. 137–143. ISSN 2307-2873.
5. Здоровьева Е. В., Боряев Г. И., Носов А. В. [и др.] Гормональный статус и продуктивные качества молодняка свиней при включении в рацион кормления гомогената трутневого расплода // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 3–7. DOI 10.28983/asj.v0i2.366. EDN YQMXES.
6. Червяков Д. Э., Луцук С. Н., Ерко К. В. Трутневый гомогенат для повышения резистентности организма животных // Пчеловодство. 2019. № 10. С. 52–53. ISSN 0369-8629.
7. Хабибуллин Р. М. Мясная продуктивность бычков казахской белоголовой породы при внесении в рацион адаптогенов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 272–276. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-272-276. EDN NRHJAİ.
8. Тимофеев Н. П. Экдистерон содержащие субстанции для кормовых добавок с улучшенными качествами // Эффективное животноводство. 2022. № 4 (179). С. 45–47. DOI 10.24412/cl-33489-2022-4-45-47. EDN NYLZUT.
9. Рассказова Н. Т., Пулинец Е. К. Влияние гомогената трутневых личинок на воспроизводительную способность норок // Кролиководство и звероводство. 2017. № 3. С. 75–77. ISSN 0023-4885.
10. Остренко К. С., Галочкин В. А., Галочкина В. П. Повышение стрессоустойчивости бычков на откорме

под действием адаптогенов нового поколения // Ветеринарная патология. 2018. № 4 (66). С. 62–68. ISSN 2949-4826.

11. Осинцева Л. А., Ефанова Н. В., Кабышева В. В. Гомогенат трутневых личинок в рационе собак // Пчеловодство. 2009. № 10. С. 50–51. ISSN 0369-8629.

12. Мирзоев О. З. Особенности действия растительных адаптогенов в медицине // Вестник Педагогического университета. Естественные науки. 2022. № 4 (16). С. 320–324. ISSN 2707-9996.

13. Маннапов А. Г., Мишуковская Г. С., Ларионова О. С. Аминокислотный состав трутневого расплода при варроатозе // Пчеловодство. 2005. № 2. С. 20–21. ISSN 0369-8629.

14. Гришина Ж. В., Генгин М. Т. Исследование белков и пептидов в личинках трутневого расплода на разных стадиях развития // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2016. № 3 (15). С. 57–63. DOI 10.21685/2307-9150-2016-3-6.

15. Mironova I. V., Khabibullin R. M., Derkho M. A. [et al.] Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Veliky Novgorod, 22 октября 2020 года. Veliky Novgorod, 2020. P. 012083. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012083. EDN VNXOFY.

16. Крупина О. В., Хабибуллин И. М., Миронова И. В. [и др.]. Исследование морфологического и биохимического состава крови животных при использовании адаптогенов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 251, № 3. С. 156–161. DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_156.

17. Тагиров Х. Х., Шакиров Р. Р. Воспроизводительные качества тёлочек чёрно-пёстрой породы на фоне скармливания пробиотической кормовой добавки Биогумитель // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 129–132. ISSN 2073-0853.

18. Харламов В. А., Харламов А. В., Завьялов О. А. Эффективность выращивания бычков казахской белоловой породы, полученных в разные сезоны года // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2 (80). С. 53–57. EDN QCEMQT.

19. Зубова Т. В., Грачёв С. Ю. Использование экстрактов лекарственных растений для повышения интенсивности роста телят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 9 (194). С. 33–44. DOI 10.33920/sel-05-2109-03. EDN LBIZVH.

References

1. Grishina G. I. Mineral'nyj sostav moloka korov raznyh linij // Agrarnyj vestnik Urala. 2009. № 4 (58). С. 88–89. ISSN 1997-4868.

2. Yuldashbaev Yu. A., Kosilov V. I., Kadralieva B. [i dr.] Molochnaja produktivnost' korov-pervotelok cherno-pestroj, golshtinskoj porod raznoj selekcii i ih pomesej // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 2 (62). С. 107–112. DOI 10.31563/1684-7628-2022-62-2-107-112.

3. Anan'eva T. V., Ostroukhova V. I. Faktory, vlijajushhie na molochnuju produktivnost' korov, fiziko-himicheskie i mikrobiologicheskie pokazateli moloka-syr'ja // Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2019. № 2 С. 60–71. DOI 10.34677/0021-342X-2019-2-60-71.

4. Sergeev I. V. Vlijanie skarmlivanija levzei saflorovidnoj na mineral'nyj obmen v organizme laktirujushhh korov // Permskij agrarnyj vestnik. 2018. № 4 (24). С. 137–143. ISSN 2307-2873.

5. Zdorov'eva E. V., Boryaev G. I., Nosov A. V. [i dr.] Gormonal'nyj status i produktivnye kachestva molodnjaka svinej pri vkljuchenii v racion kormlenija gomogenata trutnevoogo rasploda // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2018. № 2. С. 3–7. DOI 10.28983/asj.v0i2.366. EDN YQMXES.

6. Chervyakov D. Eh., Lutsuk S. N., Erko K. V. Trutnevyy gomogenat dlja povyshenija rezistentnosti organizma zhivotnyh // Pchelovodstvo. 2019. № 10. С. 52–53. ISSN 0369-8629.

7. Khabibullin R. M. Mjasnaja produktivnost' bychkov kazahskoj belogolovoj породы pri vnesenii v racion adaptogenov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 1 (99). С. 272–276. DOI 10.37670/2073-0853-2023-99-1-272-276. EDN NRHJAI.

8. Timofeev N. P. Jekdisteron sodержashhie substancii dlja kormovyh dobavok s uluchshennymi kachestvami // Jеffektivnoe zhivotnovodstvo. 2022. № 4 (179). С. 45–47. DOI 10.24412/cl-33489-2022-4-45-47. EDN NYLZUT.

9. Rasskazova N. T., Pulinets E. K. Vlijanie gomogenata trutnevyyh lichinok na vosproizvoditel'nuju sposobnost' norok // Krolikovodstvo i zverovodstvo. 2017. № 3. С. 75–77. ISSN 0023-4885.

10. Ostrenko K. S., Galochkin V. A., Galochkina V. P. Povыshenie stressousojchivosti bychkov na otkorme pod dejstviem adaptogenov novogo pokolenija // Veterinarnaja patologija. 2018. № 4 (66). С. 62–68. ISSN 2949-4826.

11. Osintseva L. A., Efanova N. V., Kabysheva V. V. Gomogenat trutnevyyh lichinok v racione sobak // Pchelovodstvo. 2009. № 10. С. 50–51. ISSN 0369-8629.

12. Mirzoev O. Z. Osobennosti dejstviya rastitel'nyh adaptogenov v medicine // Vestnik Pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye nauki. 2022. № 4 (16). С. 320–324. ISSN 2707-9996.

13. Mannapov A. G., Mishukovskaya G. S., Larionova O. S. Aminokislotnyj sostav trutnevoogo rasploda pri varroatoze // Pchelovodstvo. 2005. № 2. С. 20–21. ISSN 0369-8629.

14. Grishina Zh. V., Gengin M. T. Issledovanie belkov i peptidov v lichinkah trutneвого rasploda na raznyh stadijah razvitiya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Estestvennye nauki. 2016. № 3 (15). S. 57–63. DOI 10.21685/2307-9150-2016-3-6.

15. Mironova I. V., Khabibullin R. M., Derkho M. A. [et al.] Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Veliky Novgorod, 22 октября 2020 года. Veliky Novgorod, 2020. P. 012083. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012083. EDN VNXOFY.

16. Krupina O. V., Khabibullin I. M., Mironova I. V. [i dr.]. Issledovanie morfologicheskogo i biohimicheskogo sostava krovi zhivotnyh pri ispol'zovanii adaptogenov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Eh. Baumana. 2022. T. 251, № 3. S. 156–161. DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_156.

17. Tagirov Kh. Kh., Shakirov R. R. Vosproizvoditel'nye kachestva tjolok chjorno-pjostroj porody na fone skarmlivanija probioticheskoj kormovoj dobavki Biogumitel' // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 3 (41). S. 129–132. ISSN 2073-0853.

18. Kharlamov V. A., Kharlamov A. V., Zav'yalov O. A. Jeffektivnost' vyrashhivaniya bychkov kazahskoj belogolovoj porody, poluchennyh v raznye sezony goda // Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2013. № 2 (80). S. 53–57. EDN QCEMQT.

19. Zubova T. V., Grachev S. Yu. Ispol'zovanie jekstraktov lekarstvennyh rastenij dlja povyshenija intensivnosti rosta teljat // Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. 2021. № 9 (194). S. 33–44. DOI 10.33920/sel-05-2109-03. EDN LBIZVH.

Сведения об авторах

Оксана Васильевна Крупина – аспирант, старший преподаватель кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 5463-3664.

Рузель Муллахметович Хабибуллин – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической культуры, оздоровления и спорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 4751-9224.

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»; заведующий кафедрой специальной химической технологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет, spin-код: 7655-5831.

Ильмир Муллахметович Хабибуллин – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, оздоровления и спорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 3029-6776.

Юлия Николаевна Чернышенко – кандидат химических наук, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», spin-код: 2659-6687.

Information about the authors

Oksana V. Krupina – postgraduate student, senior lecturer at the Department of Technology of Meat, Dairy Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Agrarian University”, spin-code: 5463-3664.

Ruzel M. Khabibullin – Candidate of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Physical Culture, Wellness and Sports, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Agrarian University”, spin-code: 4751-9224.

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”; Head of the Department of Special Chemical Technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, spin-code: 7655-5831.

Ilimir M. Khabibullin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture, Wellness and Sports Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State Agrarian University”, spin-code: 3029-6776.

Yulia N. Chernyshenko – Candidate of Chemical Sciences, Associate 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: 2659-6687.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 619:636.11
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.010

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В КОНСКОМ ВОЛОСЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ ЛОШАДЕЙ

Степанова Марина Вячеславовна¹, Логинова Мария Олеговна²,
Хуштов Заур Станиславович³

^{1, 2, 3}Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

¹stepanova-matina@bk.ru, ORCID 0000-0002-0041-1091

²eniki.beniki.1547@gmail.com

³zaurhustov@gmail.com, ORCID 0000-0001-5850-2212

Реферат. В статье представлены результаты исследований элементного состава шерсти лошадей домашних. Целью работы являлась оценка рациона питания лошади домашней и разработка его сбалансированного варианта в зависимости от элементного статуса животного. В 2022–2023 гг. проведены исследования шёрстного покрова животных на предмет накопления Zn, Cu, Fe, K, Ca, Pb, Cd атомно-абсорбционным методом. Лошади достаточно чувствительны к рациону питания, и основное содержание химических элементов усваивается из рациона питания. В изученных компонентах рациона выявлено превышение уровня содержания исследуемых химических элементов. При анализе результатов исследования установлено снижение от суточной нормы поступления микроэлементов с кормом в зимний период: цинка на 37,9%, меди – на 42,6%, железа – на 49%; самые большие отклонения обнаружены в поступлении калия – 48,4%; повышение по кальцию на 22,42%, свинцу – в 3,54 раза. В летнее время недостаточное поступление было отмечено для меди – 52,5%, калия – 30,2% и свинца – 1,3%; повышено поступление цинка на 15,46%; поступление железа превысило норму практически в половину (на 46,08%), кадмия – на 28,18% и кальция – в 5,77 раза. Уровень поступления химических элементов в летний период определяется потреблением травы, %: Zn – 69,7; Cu – 39,3; Fe – 85,17; K – 86,1 и Ca – 96,9, а в зимний – сена, %: Zn – 37,56; Cu – 45,56; Fe – 50,73; K – 77,58; Ca – 82,02 и Pb – 78,23. По величине среднего содержания в шёрстном покрове лошадей исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: K > Ca > Zn > Fe > Cu > Pb, Cd. Уровень накопления цинка, меди, железа и кальция находится ниже, чем в среднем по данным Российской Федерации, %: на 44,7; 62,8; 85,0 и 45,58 соответственно. Разработанные практические рекомендации касаются скрининговых исследований, введения в рацион микроэлементных добавок при учёте их характеров влияния друг на друга и проведения балансировки элементов рациона по определённым химическим элементам, также проведения региональных замеров рационов питания на конкретных конюшнях.

Ключевые слова: биосубстраты, микроэлементы, макроэлементы, шерсть, лошадь домашняя, корма

PECULIARITIES OF ACCUMULATION OF MICRO- AND MACRONUTRIENTS IN HORSE HAIR DEPENDING ON THE FEEDING RATION OF HORSES

Marina V. Stepanova¹, Maria O. Loginova², Zaur S. Khushtov³

^{1, 2, 3}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

¹stepanova-matina@bk.ru, ORCID 0000-0002-0041-1091

²eniki.beniki.1547@gmail.com

³zaurhustov@gmail.com, ORCID 0000-0001-5850-2212

Abstract. The article presents the research results of the elemental composition of the wool of domestic horses. The purpose of the work was to assess the food ration of a domestic horse and develop its balanced

Особенности накопления микро- и макроэлементов в конском волосе в зависимости от рациона кормления лошадей

version depending on the elemental status of the animal. In 2022–2023 studies of the animal's coat were carried out for the accumulation of Zn, Cu, Fe, K, Ca, Pb, Cd by the atomic absorption method. Horses are quite sensitive to the food ration, and the main content of chemical elements is absorbed from the food ration. In the studied components of the diet, an excess of the content of the chemical elements under study was revealed. When analyzing the research results a decrease from the daily intake of microelements with feed in winter was found: zinc by 37.9%, copper – by 42.6%, iron – by 49%; the largest deviations were found in potassium intake – 48.4%; an increase in calcium by 22.42%, plumbum – by 3.54 times. In summer insufficient intake was noted for copper – 52.5%, potassium – 30.2% and plumbum – 1.3%; increased zinc intake by 15.46%; iron intake exceeded the norm by almost half (by 46.08%), cadmium – by 28.18% and calcium – by 5.77 times. The level of intake of chemical elements in summer is determined by the consumption of grass, %: Zn – 69.7; Cu – 39.3; Fe – 85.17; K – 86.1 and Ca – 96.9, and in winter – hay, %: Zn – 37.56; Cu – 45.56; Fe – 50.73; K – 77.58; Ca – 82.02 and Pb – 78.23. According to the average content in the coat of horses the elements under study form the following decreasing series: K > Ca > Zn > Fe > Cu > Pb, Cd. The level of accumulation of zinc, copper, iron and calcium is lower than the average according to the Russian Federation, %: by 44.7, 62.8, 85.0 and 45.58, respectively. The developed practical recommendations relate to screening studies, the introduction of microelement supplements into the diet, taking into account their characters of influence on each other and balancing the elements of the diet according to certain chemical elements, as well as conducting regional measurements of food rations at specific stables.

Keywords: *biosubstrates, microelements, macroelements, wool, domestic horse, feed*

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы: «Этиопатогенез и разработка методов диагностики, профилактики и лечения иммунообусловленных паранеопластических офтальмопатий у животных» (шифр Минобрнауки РФ FSMF-2022-0003) научно-исследовательской лаборатории офтальмологии, онкологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)».

Введение. Лошадь – животное, которое с давних времён является помощником и источником различного сырья для человека. В настоящее время есть много мест, где лошадь остаётся одним из ключевых факторов человеческой жизни [1].

В современном мире существует множество кормов и добавок, за последние 20–30 лет возросла осведомлённость о питании лошадей и его важности для здоровья лошади, но всё ещё отсутствуют общие исследования по содержанию нутриентов в рационах. Недостаток того или иного вещества в составе корма может не только привести к развитию различных заболеваний, но и зачастую становится причиной отставания в росте и развитии молодняка [2; 3]. Причём стоит особо отметить, что в данном вопросе одинаково неприемлемо как недостаточное потребление полезных веществ, так и их переизбыток. Для этих животных, как и для человека, важно разнообразие рациона и наличие в нём необходимых минеральных добавок [4]. Минеральные вещества являются необходимыми микронутриентами и должны ежедневно поступать с рационом. Функции микроэлементов в организмах чрезвычайно разнообразны, они участвуют в важнейших метаболических процессах организма: водно-солевом и кислотно-щелочном обмене [5].

Целью являлась оценка рациона лошади и разработка его сбалансированного варианта в зависимости от элементного статуса животного. Для этого необходимо провести изучение содержания микроэлементов в компонентах рациона питания,

микроэлементного статуса шерсти лошадей, содержащихся на конюшнях Московской области.

Материалы и методы исследования. В ходе работы было взято 33 пробы шерсти у лошадей разных пород ($n = 11$) в возрасте от 8 до 27 лет, содержащихся на конюшнях Московской области, выполнены замеры по 7 химическим элементам (Zn, Cu, Fe, K, Ca, Pb, Cd) в период с 2022 по 2023 годы. Замер химических элементов проводился на атомно-абсорбционном спектрометре Авалон ААС-2.

Исследования проведены на здоровых кобылах различных пород: ганноверской (её помесей с беспородной, чистокровной), голландской теплокровной и гибридами средним весом пород 450–550 кг, при условии полного выедания стандартизированного суточного рациона питания.

В работе применялась совокупность научных методов: теоретический анализ литературы, метод анализа и обработки полученной информации. Отбор проб компонентов рационов питания осуществлялся по ГОСТ 31904-2012, ГОСТ 13586.3-2015, ГОСТ 27668-88 и МосМР 2.3.2.006-03, подготовка проб и минерализация для определения содержания токсичных элементов – по ГОСТ 26929-94, определение химических элементов – по ГОСТ 30178-96. Оценка полученной информации, проведение практического исследования по полученным результатам.

Образец шерсти весом не менее 2 граммов срезался с верхней части холки животного, как

того требует стандартный метод тестирования элементного состава, для достижения необходимой точности.

Для правильной оценки кормов и получения достоверных данных об их питательности и химическом составе брали своевременно и качественно пробы на анализ. Отобранная проба по основным свойствам и химическому составу соотносилась со всем исследуемым кормом [6].

Результаты исследований. Результаты исследований выполнены в большей доле на голландской теплокровной KWPN лошадей (табл. 1) – 27,27%, которая является относительно молодой породой, выведенной в Нидерландах в результате скрещивания пород гелдерландер и гронинген. Теплокровные лошади – это нечто среднее между чистокровными лошадьми и упряжными лошадьми, выводятся их скрещиванием. Эта порода пользуется

Таблица 1 – Породный состав лошадей (n = 11) в эксперименте

Порода	Абсолютное значение, гол.	Относительное значение, %
Помесь ганноверской и беспородной	2	18,18
Голландская теплокровная KWPN	3	27,28
Гибрид	2	18,18
Помесь ганноверской и чистокровной	2	18,18
Ганноверская	2	18,18

ся международной славой благодаря своим многочисленным успехам в различных областях конного спорта, которых достигла вследствие тщательной технической и научной селекционной программы коннозаводчиков [7]. Высокую долю экспериментальных животных составили лошади ганноверской породы – 54,54%, но часть из них (по 18,18%) – были с неустановленной породой производителей и с чистокровной. Из чистокровных лошадей для анализа также были взяты лошади ганноверской

породы. Ганноверская порода – одна из самых известных спортивных пород в мире.

Возрастной состав выборки лошадей представлен в таблице 2. Большая доля исследуемых животных (45,46%) находится в возрасте 13 лет, в равных долях представлены особи 8, 17 и 27 лет (по 18,18%).

До июня основным источником кормления лошадей являются растительные корма, такие как трава, сено, свежие или сушёные ветки (веники),

Таблица 2 – Возрастной состав лошадей (n=11) в эксперименте

Возраст	Абсолютное значение, гол.	Относительное значение, %
8 лет	2	18,18
13 лет	5	45,46
17 лет	2	18,18
27 лет	2	18,18

зерновые и корнеплоды; с октября по июнь животные в конюшнях Московской области получают зимний рацион, состоящий в основном из грубых кормов. Рацион в это время года составляет: 50% грубых кормов, 35% концентратов и 15% сочных кормов, в основном морковь и свёкла. В зимнее время для обогащения рационов витаминами включаются добавки в виде травяной муки, кормовых дрожжей и премикса для копытных. В летнем рационе преобладают зелёные корма (табл. 3).

В зависимости от времени года, типа и сложности тренировок, а также от индивидуальных особенностей лошадей рацион корректируется с учётом реальных факторов и состояния окружа-

ющей техногенной загрязнённости [8]. Для расчётов также были взяты средние нормы поступления химических элементов на 1 кг массы лошади (табл. 4).

По взятой норме рациона кормления произведён расчёт среднего содержания питательных веществ в рационе (табл. 5).

В рацион вводилась соль поваренная в виде лизунца. Водопой осуществлялся из поилок.

В ходе работы были выполнены исследования на определение уровня содержания химических элементов в компонентах рациона животных: сене, гранулированной траве, овощах, крупах и отрубях (табл. 6).

Таблица 3 – Рацион кормления лошадей в конюшнях Московской области (вес 550 кг)

Наименование корма	Количество, кг/голову в сутки	Время года
Сено	16,0	Зима
Трава	45,0	Лето
Морковь	3,0	Лето / зима
Свекла	3,0	Лето / зима
Овес	7,5	Лето / зима
Отруби	1,5	Лето / зима
Соль	0,02	Лето / зима
Итого кормов	31,12	Зима

Таблица 4 – Норма поступления химических элементов на 1 кг из суточного рациона

Поступление химического элемента (мг)						
Zn	Cu	Fe	K	Ca	Pb	Cd
0,84	0,20	1,00	1,00	10,0	0,005	0,001

Таблица 5 – Среднее содержание питательных веществ в рационе, %

Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	Кальций, мг%	Фосфор, мг%	Натрий, мг%
15,54	2,63	8,44	4,66	125,11	119,05	62,11

Таблица 6 – Содержание химических элементов в рационе кормления лошадей

Компоненты рациона	Содержание химических элементов, мг/кг						
	Zn	Cu	Fe	K	Ca	Pb	Cd
МДУ ¹ грубые и сочные корма	50,0	30,0	100,0	–	–	5,0	0,3
Сено	8,46±4,47	1,96±1,27	37,65±10,75	11,9±0,56	6,0±0,3	0,61±0,67	0
Гранулы зеленой травы	11,44±0,01	0,54±0,03	74,65±0,44	10,7±1,14	14,88±2,64	0	0
МДУ ¹ корнеклубнеплоды	100,00	30,00	100,00	–	–	5,0	0,3
Морковь	1,75±2,30	1,05±0,46	15,04±0,46	0	23,7±2,15	0,22±0,29	0,01±0,01
Свёкла	4,40±1,89	1,24±0,85	24,31±13,09	3,25±0,86	16,4±1,34	0,18±0,23	0,06±0,05
МДУ ¹ зерно	50,0	30,0	100,0	–	–	5,0	0,3
Овёс	13,02±10,41	3,13±0,49	24,31±13,09	4,21±1,35	2,8±1,6	0,18±0,23	0,06±0,05
ПДК отруби ²	130,0	20,0	–	–	–	1,0	0,1
Отруби	72,02±9,32	4,77±0,87	189,71±4,77	12,6±3,08	55,8±2,47	0,11±0,08	0,03±0,01

Примечание: МДУ – максимально допустимый уровень; ПДК – предельно допустимая концентрация.

¹Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. М., 1987. 4 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200086835> (дата обращения: 28.02.2024).

²Временные гигиенические нормативы содержания некоторых химических элементов в основных пищевых продуктах № 2450-81 (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 31 марта 1986 г. № 4089-86). М., 1986. 5 с. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=259784> (дата обращения: 28.02.2024).

По всем исследуемым химическим элементам превышения утверждённых ПДК и максимально допустимого уровня содержания не выявлено.

Для балансировки суточного рациона в зависимости от сезона был осуществлён отбор кормов для дальнейшего анализа. На основании возрастного состава лошадей и с учётом полученных исследований был произведён расчёт потребности в рационе лошадей химических элементов в летний и зимний период года (табл. 7).

Ориентировочные нормы поступления микроэлементов с суточным рационом кормления лошадей с учётом массы животного (550 кг) представлены в таблице 8 [6].

При анализе результатов исследования было выявлено снижение от суточной нормы поступления микроэлементов с кормом в зимний период цинка на 37,9%, меди – на 42,6%, железа – на 49%; самые большие отклонения обнаружены в поступлении калия – 48,4%; наблюдалось повышение по кальцию на 22,42%, свинцу – в 3,54 раза (рис. 1). В летнее время недостаточное поступление было отмечено для меди – 52,5%, калия – 30,2% и свинца – 1,3%; повышено поступление цинка на 15,46%; поступление железа превысило норму практически в половину (на 46,08%), кадмия – на 28,18% и кальция – в 5,77 раза. Уровень поступления химических элементов в летний пе-

риод определяется потреблением травы, %: Zn – 69,7; Cu – 39,3; Fe – 85,17; K – 86,1 и Ca – 96,9, а в зимний – сена, %: Zn – 37,56; Cu – 45,56; Fe – 50,73; K – 77,58; Ca – 82,02 и Pb – 78,23. Резкое повышение концентрации свинца, в зависимости от сезона, зависит от высокой техногенной нагрузки Московской области и связано с высокой урбанизацией, плотностью застройки и плотным транспортным потоком.

В летний период наблюдалось значительное снижение поступления в организм лошадей таких элементов, как медь и калий, до уровня, который составляет приблизительно половину от стандартных нормативов.

В результате исследования элементного состава шерсти животных установлен уровень содержания нутриентов, представленный в таблице 9. По величине среднего содержания в шерстном покрове лошадей исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: K > Ca > Zn > Fe > Cu > Pb, Cd.

По исследованию микроэлементного статуса шерсти лошадей, содержащихся на конюшнях Московской области, установлено, что средний уровень накопления, мг/кг: цинка – $74,80 \pm 33,37$, меди – $2,11 \pm 1,28$, железа – $26,61 \pm 27,34$, калия – $966,22 \pm 1038,44$, кальция – $695,36 \pm 708,79$, свинца – $0,0001 \pm 0,00$, кадмия – $0,0001 \pm 0,00$. При

Таблица 7 – Содержание химических элементов в рационе лошадей

Компонент рациона	Содержание химических элементов, мг/кг						
	Zn	Cu	Fe	K	Ca	Pb	Cd
Сено	135,36	31,36	602,4	190,4	96,4	9,76	0
Трава	514,8	24,3	3359,25	342,9	669,6	0	0
Морковь	5,25	3,15	45,12	0	1,05	0,66	0,03
Свёкла	13,2	3,72	72,93	9,75	0,48	0,54	0,18
Овёс	97,65	23,475	182,33	31,58	18,72	1,35	0,45
Отруби	108,03	7,155	284,57	13,69	0,87	0,165	0,045
Итого (лето)	738,93	61,8	3944,2	397,92	690,72	2,715	0,705
Итого (зима)	360,29	68,86	1187,35	245,42	117,52	12,475	0,705

Таблица 8 – Суточные нормы поступления нутриентов с суточным рационом питания лошадей (550 кг)

Показатель	Содержание химических элементов, мг/кг	
	лето	зима
Цинк	640	580
Медь	130	120
Железо	2700	2300
Калий	570	520
Кальций	102	96
Свинец	2,75	2,75
Кадмий	0,55	0,55

Особенности накопления микро- и макроэлементов в конском волосе в зависимости от рациона кормления лошадей

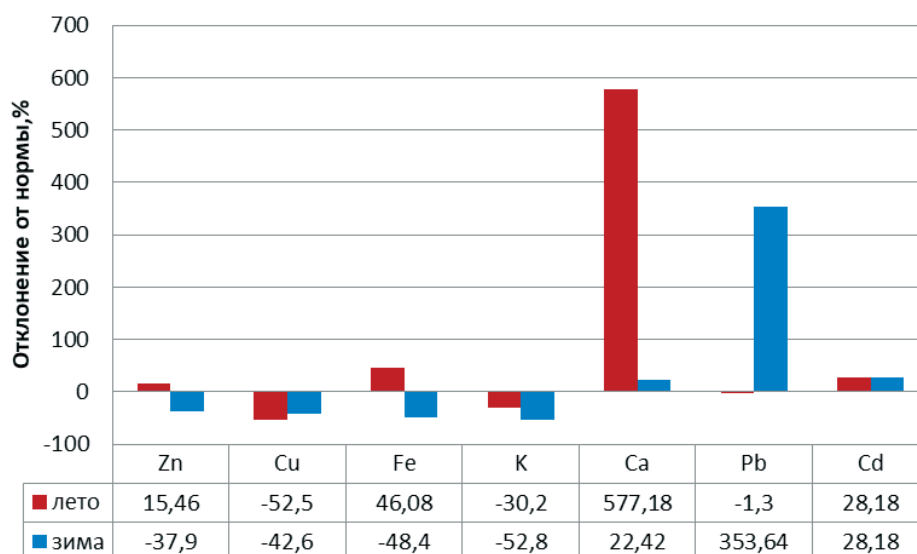


Рисунок 1 – Процентное отклонение в поступлении элементов с кормом в сравнении с нормой

сопоставлении данных со средним уровнем содержания элементов в шерсти лошадей по России отмечено увеличение уровня содержания в шерсти K на 5,4% и снижение Zn на 44,7%, Cu – на 62,8%, Fe – на 85,0% и Ca – на 46,58% (рис. 2).

Содержание в шерстяном покрове цинка, меди, железа и кальция находится ниже, чем в среднем по данным РФ, %: на 44,7; 62,8; 85,0 и 45,58 соответственно, что совпадает с данными, полученными из суточного рациона питания по сезонам (за исключением кальция). При введении в рацион пищевых концентратов с цинком необходимо пропорционально повышать концентрацию меди, так

как цинк – антагонист меди. Уровень накопления железа в шерсти лошадей связан с поступлением в зимний период из рациона порядка 50% от суточной нормы элемента и не усваиванием организмом, в связи с антагонистом элемента при поступлении свинца. При введении в рацион пищевых концентратов с цинком необходимо пропорционально повышать концентрацию калия (цинк – антагонист). Кальций содержится в шерстяном покрове в малом количестве. При введении в рацион пищевых концентратов с цинком необходимо учитывать, что он подавляет усвоение кальция, даже при высоком содержании последнего в суточном рационе.

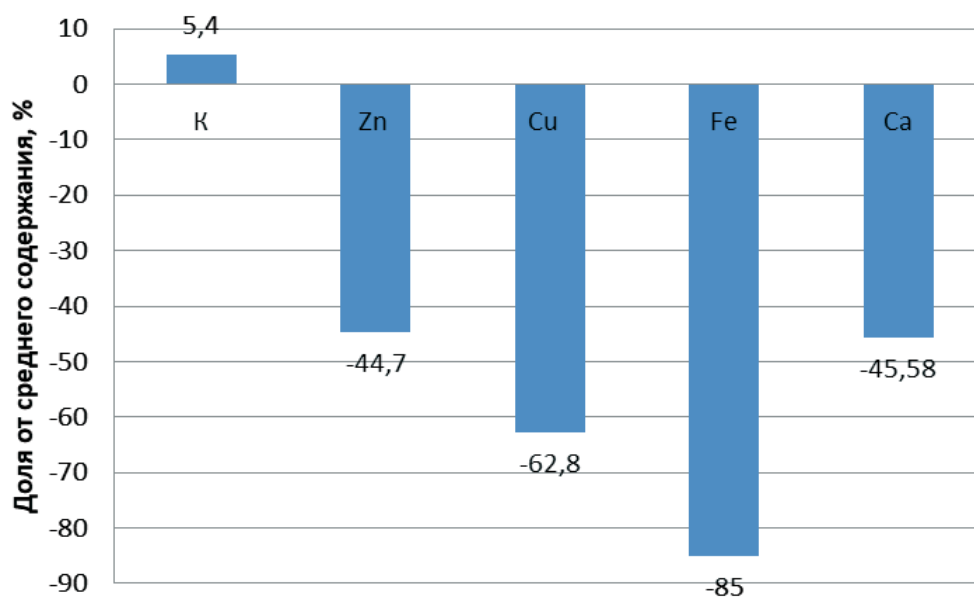


Рисунок 2 – Доля процентного содержания химических элементов в процентном выражении от среднего по Российской Федерации

Таблица 9 – Содержание химических элементов в выборке шерсти

Показатель	Содержание химических элементов, мг/кг						
	Zn	Cu	Fe	K	Ca	Pb	Cd
Выборка	74,8044± 33,366	2,11± 1,2847	26,6085± 27,338	966,2188± 1038,437	695,3629± 708,7948	0,0001± 0,00	0,0001± 0,00
В среднем по России [5]	135,35	5,67	177,97	916,71	1301,76	–	–

Наименьшее содержание было обнаружено у гибридных лошадей и двух из трёх голландских тепловых KWPН. Содержание свинца и кадмия в выборке шерсти находится в пределах нормы.

Для решения этой проблемы можно предложить вводить в состав рациона концентраты, содержащие повышенные количества необходимых макро- и микроэлементов, в частности, бобовых культур, таких как чечевица, горох, вика. Эти продукты содержат медь в концентрации 8,1 мг/кг, что позволяет частично компенсировать её недостаток. В зимний период необходимо вводить в рацион животных минерально-витаминные комплексы. Рекомендуемая доза составляет 10 грамм комплекса на каждые 100 кг веса лошади. Для обогащения рационов витаминами и микроэлементами следует вводить в рацион добавки, такие как травяная мука, кормовые дрожжи и специальные премиксы для лошадей с включением цинка, калия, кальция и меди.

При формировании рационов кормления рекомендуется активно использовать компоненты, препятствующие всасыванию токсикантов и способствующие транс-кишечной элиминации чужеродных для организма химических элементов (богатые пектинами и пищевыми волокнами), а также проводить исследования по макро- и микроэлементному составу, с учётом регионального уровня накопления питательных веществ, их поступления, учитывая антагонистические взаимосвязи между различными химическими элементами. Для поддержания здоровья лошадей необходимо проводить лабораторную оценку образцов шерсти и основных макро- и микроэлементов рацио-

на один раз в полгода с корректировкой рационов кормления.

Выводы. При анализе результатов исследования было выявлено снижение от суточной нормы поступления микроэлементов с кормом в зимний период цинка на 37,9%, меди – на 42,6%, железа – на 49%; самые большие отклонения обнаружены в поступлении калия – 48,4%; наблюдалось повышение по кальцию на 22,42%, свинцу – в 3,54 раза.

В летнее время недостаточное поступление было отмечено для меди – 52,5%, калия – 30,2% и свинца – 1,3%; повышено поступление цинка на 15,46%; поступление железа превысило норму на 46,08%, кадмия – на 28,18% и кальция – в 5,77 раза. Уровень поступления химических элементов в летний период определяется потреблением травы, %: Zn – 69,7; Cu – 39,3; Fe – 85,17; K – 86,1 и Ca – 96,9, а в зимний – сена, %: Zn – 37,56; Cu – 45,56; Fe – 50,73; K – 77,58; Ca – 82,02 и Pb – 78,23.

По величине среднего содержания в шерстом покрове лошадей исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: K > Ca > Zn > Fe > Cu > Pb, Cd. Уровень накопления цинка, меди, железа и кальция находится ниже, чем в среднем по данным Российской Федерации, %: на 44,7; 62,8; 85,0 и 45,58 соответственно.

Для своевременного выявления и профилактики нарушений макро- и микроэлементозных состояний следует проводить ежегодный контроль – скрининг обследования лошадей, начиная с момента рождения. Для этого рекомендуется использовать неинвазивные методы тестирования микроэлементного состава шерсти.

Список источников

1. Андреевский И. С. Книга о болезнях лошадей. Энциклопедия конника. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 528 с. ISBN 978-5-397-02257-6.
2. Гуляев Р. Кормление лошадей. Пер. с англ. СПб. : Конно-спортивное агентство, 2002. 41 с.
3. Демин В. А., Хотов А. В. Коневодство. М. : Лань, 2023. 220 с. ISBN 978-5-507-45850-9.
4. Дорош М. В. Болезни лошадей // Booksprime: электронная библиотека. М. : Вече, 2007. 173 с. URL: <https://booksprime.ru/read-book/12123/> (дата обращения: 10.05.2023). ISBN 978-5-9533-2010-8.
5. Калашников В. В., Багиров В. А., Зайцев А. М. [и др.] Содержание макро- и микроэлементов в конском волосе как характеристика элементного статуса лошадей заводских и локальных пород в разных регионах России // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1234–1243. DOI 10.15389/agrobiology.2017.6.1234rus. EDN YLSVFX.

6. Калашников А. П., Клейменов Н. И., Щеглов В. В. [и др.] Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. СПб. : ИволГа, 2009. 183 с.
7. Козлов С. А., Парфенов В. А. Коневодство. М. : КолосС, 2012. 351 с. ISBN 978-5-9532-0784-3.
8. Косолапов В. М., Чуйкова В. А., Худякова Х. К. [и др.] Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография. М. : «ООО» Угрешская типография, 2019. 272 с. ISBN 978-5-91850-037-8. DOI 10.33814/monography_1654.

References

1. Andreevskij I. S. Kniga o boleznyah loshadej. Enciklopediya konnika. M. : Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2012. 528 s. ISBN 978-5-397-02257-6.
2. Gulyaev R. Kormlenie loshadej. Per. s angl. SPb. : Konno-sportivnoe agentstvo, 2002. 41 s.
3. Demin V. A., Khotov A. V. Konevodstvo. M. : Lan', 2023. 220 s. ISBN 978-5-507-45850-9.
4. Dorosh M. V. Bolezni loshadej // Booksprime: elektronnyaya biblioteka. M. : Veche, 2007. 173 s. URL: <https://booksprime.ru/read-book/12123/> (data obrashcheniya: 10.05.2023). ISBN 978-5-9533-2010-8.
5. Kalashnikov V. V., Bagirov V. A., Zajtsev A. M. [i dr.] Soderzhanie makro- i mikroelementov v konskom volose kak harakteristika elementnogo statusa loshadej zavodskih i lokal'nyh porod v raznyh regionah Rossii // Sel'skokozyajstvennaya biologiya. 2017. T. 52, № 6. S. 1234–1243. DOI 10.15389/agrobiology.2017.6.1234rus. EDN YLSVFX.
6. Kalashnikov A. P., Klejmenov N. I., Shcheglov V. V. [i dr.] Normy i raciony kormleniya sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh. SPb. : IvolGa, 2009. 183 s.
7. Kozlov S. A., Parfenov V. A. Konevodstvo. M. : KolosS, 2012. 351 s. ISBN 978-5-9532-0784-3.
8. Kosolapov V. M., Chujkova V. A., Khudyakova Kh. K. [i dr.] Mineral'nye elementy v kormah i metody ih analiza : monografiya. M. : «ООО» Ugrreshskaya tipografiya, 2019. 272 s. ISBN 978-5-91850-037-8. DOI 10.33814/monography_1654.

Сведения об авторах

Марина Вячеславовна Степанова – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биоэкологии и биологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код: 1521-3593.

Мария Олеговна Логинова – магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», eniki.beniki.1547@gmail.com.

Заур Станиславович Хуштов – аспирант кафедры биоэкологии и биологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», zaurhustov@gmail.com.

Information about the authors

Marina V. Stepanova – Doctor of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Bioecology and Biological Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", spin-code: 1521-3593.

Maria O. Loginova – master's student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", eniki.beniki.1547@gmail.com.

Zaur S. Khushtov – postgraduate student of the Department of Bioecology and Biological Safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", zaurhustov@gmail.com.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 619:614.31:637.5'8(470.316)
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.011

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СИЛОСА В АО «ПЛЕМЗАВОД ЯРОСЛАВКА» ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Николай Геннадьевич Ярлыков¹, Софья Владимировна Соловьева²,
Марина Ивановна Орлова³**

^{1,2}Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия

³ИП Смирнов Г.М., Ярославль, Россия

¹n.jarlykov@yarcx.ru

²solovyova@yarcx.ru

³8208@student.yarcx.ru

Реферат. В статье представлены результаты исследований качества силоса одного из крупных сельскохозяйственных предприятий Ярославской области. Цель исследования – провести оценку качества и соответствия нормативным показателям по органолептическим и физико-химическим свойствам силоса из трав разных укосов, заготавливаемого в условиях данного предприятия. Установлено, что контроль качества заготавливаемого силоса осуществляется на всех критических точках. Силос из трав первого укоса характеризовался цветом от жёлто-зелёного до оливкового. В 66% исследуемых проб цвет был жёлто-зелёным, соответствующим ботаническому составу корма. У 30% проб силос характеризовался оливковым цветом и у 4% образцов – оливковым с коричневым оттенком. При этом пробы многотравного силоса имели различный запах – от ароматно-фруктового до слабоуксусного и хлебного. У силоса из трав второго укоса в 70,8% образцов отмечен оливковый цвет, у 19,2% образцов – коричневый цвет и только у 10% проб – жёлто-зелёный цвет. При этом 90% проб характеризовались хлебным запахом, и 10% проб имели слабый ароматический запах. Установлено, что силос из трав первого и второго укосов имеет схожие органолептические показатели, соответствующие доброкачественному силосу. Отличия состояли в основном в более тёмных тонах с присутствием коричневых оттенков у силоса из трав второго укоса. Также отмечено изменение запаха силоса с ароматно-фруктового на слабоуксусный и хлебный, слабо выраженный аромат. Консистенция всех проб силоса многотравного обоих укосов была рассыпчатой, без признаков разогрева, что говорит о правильном процессе ферментации. По физико-химическим характеристикам наибольшее отклонение от нормы выявлено в показателях содержания органических кислот. Так, в первом укосе трав на силос содержание масляной кислоты составляло $0,24 \pm 0,33\%$, в силосе второго укоса трав – $0,13 \pm 0,09\%$, при норме 0%. Это указывает на необходимость проведения контроля качества силоса при хранении и перед использованием в кормлении животных.

Ключевые слова: силос, органолептические показатели, физико-химические показатели, укос трав, хранение

SILAGE QUALITY INDICATORS OF AO “PLEMZAVOD YAROSLAVKA” OF THE YAROSLAVL REGION

Nikolay G. Yarlykov¹, Sofya V. Solovyeva², Marina I. Orlova³

^{1,2}Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

³IE Smirnov G.M., Yaroslavl, Russia

¹n.jarlykov@yarcx.ru

²solovyova@yarcx.ru

³8208@student.yarcx.ru

Abstract. The article presents the research results of the silage quality from one of the large agricultural enterprises in the Yaroslavl region. The goal of research is to assess the quality and compliance with regulatory indicators for the organoleptic and physical and chemical properties of silage from grass of different cuttings, harvested in the conditions of this enterprise. It has been established that quality control of harvested silage is carried out at all critical points. The silage from the grasses of the first cutting was characterized by a color

from yellow-green to olive. In 66% of the samples under study the color was yellow-green corresponding to the botanical composition of the feed. In 30% of samples the silage was characterized by an olive color and in 4% of samples – olive with a brown tint. At the same time samples of multi-grass silage had a different smell – from aromatic fruity to slightly acetic and bread. Silage from second-cut grasses has an olive color in 70.8% of the samples, brown color in 19.2% of the samples and yellow-green color in only 10% of the samples. At the same time 90% of the samples were characterized by a bread smell, and 10% of the samples had a weak aromatic smell. It has been established that silage from grasses of the first and second cuttings has similar organoleptic characteristics corresponding to high-quality silage. The differences were mainly in darker colors with the presence of brown shades in the silage from second-cut grasses. A change in the smell of silage from an aromatic fruity one to a slightly acetic and bread, bland flavor was also noted. The consistency of all multi-grass silage samples from both cuts was crumbly, without signs of heating, which indicates the correct fermentation process. According to physical and chemical characteristics, the greatest deviation from the norm was found in the indicators of organic acids content. Thus, in the first cutting of grass for silage, the content of butyric acid was $0.24 \pm 0.33\%$, in the silage of the second cutting of grass – $0.13 \pm 0.09\%$, while norm of 0%. This indicates the need for silage quality control during storage and before use in animal feeding.

Keywords: silage, organoleptic indicators, physical and chemical indicators, grass cutting, storage

Введение. В кормлении продуктивных животных особое значение имеет обеспечение организма основными питательными веществами, такими как белки, углеводы, жиры, витамины и микроэлементы. Особенно актуален этот вопрос в кормлении крупного рогатого скота [1].

В последние десять-пятнадцать лет использование силоса в кормлении крупного рогатого скота приобретает определённую популярность. Поскольку при его заготовлении и хранении сохраняется большая часть питательных веществ [2], что обеспечивается особенностями технологии заготовки, условиями хранения корма и его ботаническим составом [3]. Однако при нарушении технологий качество силоса снижается. В некоторых случаях это может быть причиной заболеваний животных, в том числе некоторых отравлений [4], что обуславливает актуальность и важность нашего исследования.

Целью данной работы является оценка качества силоса по органолептическим и физико-химическим показателям одного из крупных аграрных предприятий Ярославской области, специализирующегося на производстве и переработке молока – АО «Племзавод Ярославка».

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести анализ данных первичной документации по заготовке и лабораторным исследованиям силоса в АО «Племзавод Ярославка»;
- определить органолептические и физико-химические характеристики силоса в АО «Племзавод Ярославка»;
- провести статистическую обработку полученных результатов и сделать выводы о возможности использования заготовленного на предприятии силоса в кормлении животных.

Научная новизна работы – впервые в сравнительном аспекте проведена комплексная оценка

органолептических и физико-химических показателей качества силоса в условиях крупного сельскохозяйственного предприятия – АО «Племзавод Ярославка». На основе этих показателей была определена категория качества силоса и даны рекомендации по кормлению крупного рогатого скота, что, несомненно, отразится на качестве выпускаемой молочной и мясной продукции данного предприятия.

Материалы и методы. Материалом исследований являлись данные первичной документации годовой отчётности анализа кормов за 2020–2022 гг. АО «Племзавод Ярославка», протоколы лабораторных испытаний силоса за указанный период.

На основе результатов анализа первичной документации был выбран силос многоотравный, как наиболее часто заготавливаемый вид силоса на предприятии. Проведённый опыт предусматривал изучение основных характеристик и показателей безопасности силоса из трав разных укосов. Первый укос трав – июнь-июль 2022 г., второй укос – в период август-сентябрь.

Отбор проб силоса проводился в соответствии с ГОСТ ИСО 6497, по методике средней пробы [5]. Качество силоса определялось по его органолептическим и физико-химическим характеристикам.

Органолептическая оценка включала такие показатели, как цвет, запах, состояние и консистенция силоса. Оценка проводилась в соответствии с методикой, приведённой в ГОСТ Р 55986-2014. Цвет и состояние корма оценивались визуально при естественном дневном освещении каждой исследуемой пробы [6].

Консистенция и запах образцов определялись путём растирания небольшой части пробы между пальцами. В случае затруднений определения запаха и при подозрении на затхлость 50–100 г корма помещали в стакан вместимостью 1000 см³, далее заливали горячей водой, полностью смачивая

навеску силоса. Стакан накрывали стеклом, через 2–3 мин сливали воду, и определяли запах разогретого силоса. Качество силоса определялось согласно требованиям Национального стандарта РФ ГОСТ Р 55986-2014 «Силос из кормовых растений».

В соответствии с требованиями НС РФ ГОСТ Р 55986-2014 по совокупности органолептических показателей проб силоса им присваивался 1, 2 или 3 класс на основе балльной оценки. Балльная оценка проводилась по А. Н. Михину (табл. 1). Силос, имеющий оценку 3 балла и ниже, считается очень плохим и непригодным к скармливанию животным [7].

Результаты измерений статистически обработаны с помощью пакета программ «Microsoft Excel 2010».

Наряду с органолептической оценкой качество корма характеризуют его физико-химические показатели, среди которых оценивали такие показатели, как влажность (%), содержание сухого вещества (%), сырой клетчатки (г/кг СВ), сырого протеина (%СВ), сахара (%СВ), крахмала (%СВ), в том числе молочной (%МК), уксусной (%ЖК), масляной кислоты (%ЖК), содержание ионов водорода (рН) и общей энергии (ОЭ) ДЖ.

Определение перечисленных показателей проводили в соответствии с требованиями и методами, описанными в следующих ГОСТах:

Таблица 1 – Органолептические показатели силоса и их балльная оценка по А. Н. Михину

Показатель	Балл
Цвет:	
– зелёный	3
– жёлто-зелёный	2
– коричневый	2
– чёрно-зелёный, чёрный	1
рН:	
– 4,2 и ниже	5
– 4,3–4,5	4
– 4,6–6,0	2
– 6,1–6,3	1
– 6,4 и выше	0
Запах:	
– ароматный фруктовый	4
– слабокислый	4
– хлебный слабоароматический	4
– уксуснокислый огуречный	3
– резко уксуснокислый	2
– запах масляной кислоты	1
– затхлый, навозный, сильный запах масляной кислоты	0

– определение влажности силоса – по ГОСТ 27548-97 «Корма растительные. Методы определения содержания влаги»;

– содержание сухого вещества в силосе – по ГОСТ 31640-2012 «Корма. Методы определения содержания сухого вещества»;

– содержание сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации»;

– содержание сырого протеина – по ГОСТ 13496.4-93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина»;

– содержание лигнина – по ГОСТ 26177-84 «Корма. Метод определения лигнина»;

– содержание сахара – по ГОСТ 26176-91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов»;

– содержание крахмала – по ГОСТ ISO 6493-2015 «Корма для животных. Определение содержания крахмала. Поляриметрический метод»;

– содержание жира – по ГОСТ 13496.15-2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира»;

– содержание аммиачного азота и кислотности (рН) – по ГОСТ 26180-84 «Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН)» методом, основанном на потенциометрическом измерении активности водородных ионов в водном экстракте силоса;

– определение массовой доли органических кислот проводилось методом Леппера-Флига.

На основании результатов комплексного исследования (органолептической и физико-химической оценки) силос относят к определённому классу, отражающему его качество.

В таблице 2 приведены характеристики класса силоса в зависимости от физико-химических показателей корма в соответствии с требованиями НС РФ ГОСТ Р 55986-2014. Силос в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55986-2014 делится на три класса: первый, второй, третий. Если силос имеет показатели, не соответствующие третьему классу и ниже, его относят к неклассному.

Определение физико-химических показателей силоса проводили на базе химико-аналитической лаборатории ООО ТД «Ярвет», г. Ярославль. Отбор проб для исследований был выполнен в те же временные периоды, что и для определения показателей качества силоса.

Результаты и обсуждение. Обеспечение животных необходимыми питательными веществами и минералами имеет большое значение при заготовке кормов, в том числе силоса.

Интерес представляет питательность корма в зависимости от сроков заготовки сырья. На пред-

Таблица 2 – Физико-химические показатели и классность силоса многоотравного

Наименование показателя	Норма для класса		
	1	2	3
Содержание сухого вещества – не менее в силосе многоотравном, г/кг	25,0	20,0	18,0
Концентрация в сухом веществе сырого протеина – не менее в силосе многоотравном, г/кг	120	110	100
Концентрация сырой клетчатки в сухом веществе всех видов силоса – не более, г/кг	280	310	330
Концентрация сырой золы в сухом веществе всех видов силоса – не более, г/кг	100	110	130
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве (молочной, уксусной, масляной) кислот – не менее в силосе многоотравного растения, %	65	60	55
Массовая доля масляной кислоты – не более в силосе, %	0,1	0,2	0,3
Содержание аммиачного азота, % от общего азота, не более	10	13	15
pH силоса, ед. pH	3,9–4,3	3,8–4,3	3,7–4,3

приятной заготовка проводится в два этапа. Первый этап заготовки (первый укос) проводится в период формирования травостоя – июнь-июль. Ввиду начальной стадии вегетации силос характеризуется определёнными органолептическими показателями, которые приведены в таблице 3.

Данные таблицы показывают, что силос первого укоса характеризуется цветом от жёлто-зелёного до оливкового. Так, в 66% исследуемых проб цвет был жёлто-зелёным, соответствующим ботаническому составу корма. У 30% проб силос характеризовался оливковым цветом и у 4% образцов – оливковым с коричневым оттенком. При этом пробы многоотравного силоса имели различный запах – от ароматно-фруктового до слабоуксусного и хлебного.

Все пробы характеризовались рассыпчатой консистенцией, без признаков разогрева. Однако отмечались отличия цвета и запаха у проб силоса первого, второго и третьего классов. Пробы первого и второго классов имели схожий цвет – жёлто-зелёный, в 5,3% исследуемых образцов силоса второго класса определялся оливковый

цвет. Образцы силоса третьего класса в 4% имели коричневый цвет. При этом в зависимости от качества пробы силоса имели следующий запах: силос первого класса – ароматный фруктовый, силос второго класса – в большей части (89,3% от всех исследуемых образцов) имел запах слабоуксусный, а у 10,7% исследуемых проб силоса второго класса – хлебный.

Второй укос проводится после отрастания отавы скошенного травостоя первого укоса. Это соответствовало временному периоду август-сентябрь. Органолептические характеристики силоса из трав второго укоса приведены в таблице 4.

В ходе проведения исследования было установлено, что у 70,8% образцов силоса отмечался оливковый цвет, у 19,2% образцов – коричневый цвет и только у 10% проб – жёлто-зелёный цвет. При этом 90% проб характеризовались хлебным запахом, и 10% проб имели слабый ароматический запах.

Консистенция всех проб силоса многоотравного второго укоса была рассыпчатой, без признаков разогрева.

Таблица 3 – Органолептические показатели силоса из трав первого укоса

Показатель	Траншея		
	№ 1 (n = 3)	№ 2 (n = 3)	№ 3 (n = 3)
Присвоенный класс	1	2	3
Состав	Многоотравный	Многоотравный	Многоотравный
Период заготовки	Июнь-июль	Июнь-июль	Июнь-июль
Цвет	Жёлто-зелёный	Жёлто-зелёный, оливковый	Оливковый, есть оттенки коричневого
Запах	Ароматный фруктовый	Слабоуксусный, хлебный	Хлебный, слабо выраженный аромат
Состояние	Негреющееся, несколько прохладный на ощупь		
Консистенция	Рассыпчатая мягкая		

Таблица 4 – Органолептические показатели силоса из трав второго укоса

Показатель	Траншея		
	№ 1 (n = 3)	№ 2 (n = 3)	№ 3 (n = 3)
Присвоенный класс	3	3	3
Состав	Многотравный	Многотравный	Многотравный
Период заготовки	Август-сентябрь	Август-сентябрь	Август-сентябрь
Цвет	Оливковый, присутствует коричневый цвет, жёлто-зелёный в небольшом количестве		
Запах	Хлебный, слабоароматический		
Состояние	Негреющееся, несколько прохладный на ощупь		
Консистенция	Рассыпчатая мягкая		

Как показывают данные таблиц 2 и 3, силос из трав первого и второго укосов имеет схожие органолептические показатели. Отличия состояли в основном в цвете корма. Силос из трав второго укоса в сравнении с цветом от первого укоса имел более тёмные тона, и цветовая палитра характеризовалась присутствием коричневых оттенков. Наряду с изменением цвета отмечались отличия в запахе силоса из трав первого и второго укосов. Так, нами было отмечено изменение запаха силоса с ароматно-фруктового на слабоуксусный и хлебный, слабо выраженный аромат. На основе органолептических данных можно сказать, что

процессы ферментации в обоих случаях прошли правильно, поскольку признаков разогрева силоса не отмечалось, и корм имел рассыпчатую консистенцию. Следовательно, корм имел значения органолептических показателей, соответствующие доброкачественному силосу.

Доброкачественность и пригодность силоса к скармливанию животным, наряду с органолептическими показателями, определяются также значениями его физико-химических показателей [8].

Полученные результаты физико-химического исследования образцов силоса многотравного приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-химические показатели силоса из трав первого и второго укосов

Показатель	Укос трав				% к первому укосу	± к первому укосу
	первый (июнь-июль)		второй (август-сентябрь)			
	m±M	Cv	m±M	Cv		
Сухое вещество (СВ), г/кг	23,03±2,09	9,1	25,73±2,65	10,3	111,72	+11,7
Влажность, %	76,97±2,09	2,7	74,27±2,65	3,6	96,49	-3,5
Сырой протеин на абсолютно СВ (%СВ)	13,88±0,76	5,5	13,08±0,74	5,7	94,24	-5,8
Сырая клетчатка, г/кг	35,83±4,77	13,3	29,97±2,66	8,9	83,65	-16,4
Сахар (%СВ)	4,3±0,62	14,5	4,31±1,96	5,6	100,23	+0,23
Крахмал (%СВ)	1,09±0,23	20,9	1,54±0,22	14,4	141,3	+41,3
Ионы водорода (рН)	4,19±0,30	7,2	3,82±0,15	3,92	92,84	-7,2
Молочная кислота, %	5,77±2,44	42,3	6,89±2,23	32,40	119,4	+19,4
Уксусная кислота, %	3,4±0,32	9,5	3,53±0,38	10,67	103,8	+3,8
Масляная кислота, %	0,24±0,33	9,8	0,13±0,09	7,98	54,17	-45,8
Общая энергия (ОЭ), Дж	9,29±0,16	1,7	8,68±0,55	6,32	93,43	-6,6
Чистая энергия лактации (ЧЭЛ)	5,75±0,12	2,0	5,32±0,38	7,23	92,5	-7,5

Данные таблицы 5 показывают, что доля сухого вещества в пробах силоса из трав первого укоса в среднем составляла 23,03±2,09 г/кг, а в пробах силоса из трав второго укоса – 25,73±2,65 г/кг, что больше на 11,7%.

Уровень влажности силоса первого укоса был равен 76,97±2,09%, что выше на 3,5% аналогич-

ного показателя в пробах силоса из трав второго укоса, где влажность составляла 74,27±2,65%.

В пробах силоса из трав первого укоса отмечалось на 16,4% большее содержание клетчатки (в пробах силоса из трав первого укоса – 35,83±4,77 г/кг; в пробах силоса из трав второго укоса – 29,97±2,66 г/кг). Определялись те же

отличия и по содержанию сырого протеина в кормах. Так, в пробах силоса из травостоя первого укоса количество сырого протеина в перерасчёте на сухое вещество было выше на 5,8% и составляло $13,88 \pm 0,76\%$ СВ, а в пробах силоса из трав второго укоса – $13,08 \pm 0,74\%$ СВ.

Одной из задач использования силоса в кормлении является обеспечение животных необходимым уровнем энергии. Последнее обеспечивается за счёт содержания в корме углеводов, в том числе сахаров, и уровнем крахмала. Содержание сахара является индикатором вкусовых качеств заготовленного силоса, данный показатель также даёт представление об уровне ферментации корма. Сахар работает, как топливо во время процесса консервации злаковых трав и трансформируется в молочную и уксусную кислоты. В данных показателях силоса из трав разных укосов отмечались некоторые отличия. Так, силос из трав первого укоса характеризовался меньшим содержанием сахара – $4,3 \pm 0,62$ г/кг, это ниже на 0,23% аналогичного показателя в силосе, заготовленного из трав второго укоса. Содержание крахмала в пробах силоса из трав первого укоса так же было ниже на 41,3% и соответствовало значению $1,09 \pm 0,23\%$ СВ. Это говорит о том, что процессы ферментации в силосе первого укоса будут идти медленнее, чем во втором.

Концентрация сахаров и крахмала обуславливает в определённой степени обеспеченность корма общей обменной энергией. Нами определено, что силос из травостоя первого укоса имел значения показателя обменной энергии выше на 6,6% и составлял $9,29 \pm 0,16$ Дж. В то время как значение обменной энергии в пробах силоса, заготовленного из трав второго укоса, находилось в среднем на уровне $8,68 \pm 0,55$ Дж.

Определённый интерес, наряду с показателем общей обменной энергии, имел показатель чистой энергии лактации. Данный показатель характеризует, сколько энергии будет использоваться животным на лактацию. Из таблицы 5 видно, что при скармливании одного и того же количества силоса энергией больше будут обеспечены животные, в кормлении которых будет использоваться силос из трав первого укоса, поскольку в нём содержание ЧЭЛ на 7,5% выше, чем в силосе аналогичного ботанического состава, но из трав второго укоса.

Количественное содержание питательных веществ, лёгких углеводов, клетчатки определяют переваримость силоса. Повышенное содержание сахаров, крахмала сопровождаются лучшей перевариваемостью силоса животными. Как свидетельствуют данные таблицы 5, переваримость силоса из трав первого укоса выше на 18,6% ($45,83 \pm 4,97\%$).

Как известно, доброкачественность силоса и его поедаемость во многом обусловлены степенью его общей кислотности и соотношением содержания в нём определённых органических кислот. Кроме этого, показатели концентрации ионов водорода (рН) и таких органических кислот, как уксусная, молочная и масляная, отражают не только доброкачественность корма, но и его безопасность для животного организма при скармливании [9].

Данные таблицы 5 свидетельствуют, что силос из трав первого укоса характеризуется умеренно кислой средой (рН $4,19 \pm 0,30$), что выше на 7,2% этого показателя у силоса из трав второго укоса. Концентрация ионов водорода в пробах силоса из трав второго укоса была равна $3,82 \pm 0,15$, что соответствовало значениям кислой среды. Полученные результаты концентрации ионов водорода в пробах силоса первого и второго укосов свидетельствовали о том, что процесс созревания и консервации корма на момент исследования был практически завершён.

Согласно сведениям, доступным в литературных источниках, оптимальным диапазоном доброкачественного силоса можно считать рН в пределах от 3,9 до 4,4. Силос, заготавливаемый из трав второго укоса, имел рН на 0,08 п.н. (или 2,6%) меньше нижней границы оптимального значения данного показателя. Следовательно, процесс консервации и созревания в нём протекает медленнее, чем в силосе из травостоя первого укоса. Согласно сведениям практиков-животноводов и специалистов кормопроизводства, скорость протекания созревания и консервации силоса во многом обусловлена не только ботаническим составом самого силоса, но и содержанием в нём крахмала и сахаров. Преимущество силоса из трав второго укоса, по сравнению с первым укосом, по содержанию крахмала составило 0,45% СВ (или в 1,4 раза), а сахаров – 0,01% СВ.

Возможность и безопасность скармливания силоса животным определялись не только по показателям питательности и значению рН корма, но и по уровню содержания в нём органических кислот (молочной, уксусной, масляной). Созревший силос характеризуется тем, что в нём из трёх перечисленных кислот преобладает содержание молочной кислоты, которая является продуктом деятельности кислото-молочных бактерий. Несколько меньше, в сравнении с молочной кислотой, содержится уксусной кислоты. И совсем в малом количестве или следы – масляной кислоты. Соотношение массовой доли содержания этих трёх кислот, которое характеризует завершенность процесса созревания и консервации корма, согласно литературным источникам, для силоса многотравного следующее: молочной кислоты – 65–75%, уксусной кислоты – 25–35%, масляная кислота должна

отсутствовать. Однако допускается её содержание около 1% в силосе более низкого качества. Отсюда соотношение кислот может выглядеть следующим образом: 3:1:0.

Результаты биохимического анализа исследуемых образцов силоса (табл. 5) показали, что в силосе из трав первого укоса концентрация органических кислот находилась на уровне: массовая доля молочной кислоты – $5,77 \pm 2,44\%$; массовая доля уксусной кислоты – $3,4 \pm 0,32\%$; массовая доля масляной кислоты – $0,24 \pm 0,33\%$. В количественном соотношении содержание органических кислот выглядело следующим образом: 1,69:1:0,07.

В пробах силоса из трав второго укоса содержание молочной кислоты в среднем составляло $6,89 \pm 2,23\%$, уксусной кислоты – $3,53 \pm 0,38\%$, масляной кислоты – $0,13 \pm 0,09\%$. Данные значения содержания кислот определило их количественное соотношение между собой следующим образом: 2:1:0,03.

Сравнение показателей массовой доли органических кислот в силосе позволило определить, что в пробах силоса из трав первого укоса содержание молочной кислоты было ниже на 19,4%, уксусной кислоты – на 3,8%, чем в силосе из трав второго укоса. При этом в пробах силоса из трав-

стоя первого укоса содержание масляной кислоты было выше на 45,8% (или в 1,85 раза) этого показателя в пробах силоса из трав второго укоса.

Выводы. В ходе проведённых нами исследований, направленных на оценку качества силоса в соответствии с нормативными показателями, заготавливаемого в траншеях АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области, выявлено, что контроль качества заготавливаемого силоса осуществляется на всех критических точках.

Анализ показателей силоса разных сроков укоса показал, что органолептические показатели соответствуют доброкачественному силосу: 2 класс – первый укос трав, 3 класс – второй укос.

На основе полученных результатов физико-химического анализа исследуемых проб силоса можно сделать вывод о том, что силос из трав первого и второго укосов имеет характеристики, соответствующие доброкачественному силосу, категории «среднего качества», что соответствует 2 и 3 классу точно так же, как и по органолептическим показателям качества. Такой силос может быть использован в кормлении животных с условием контроля качества при его хранении, так как повышенное содержание уксусной кислоты может быть обусловлено недостаточным сроком для завершения ферментации силосуемой массы.

Список источников

1. Шарифьянов Б. Г., Юмагузин И. Ф., Башаров А. А. Использование силосов бобово-злаковых травосмесей в рационах молодняка крупного рогатого скота // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7 (184). С. 157–162. ISSN 1819-4036. DOI 10.36718/1819-4036-2022-7-157-162.
2. Тищенко П. И. Преимущества и недостатки различных технологий заготовки силоса // Корма и кормопроизводство. 2018. № 4 (143). С. 27–29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997774> (дата обращения: 12.02.2024).
3. Крупин Е. О., Шакиров Ш. К., Чевтаева Н. Д. Анализ структуры потребления питательных веществ кормов животными на сельхозпредприятиях молочного скотоводства // Аграрный научный журнал. 2023. № 6. С. 64–69. ISSN 2313-8432. DOI 10.28983/asj.y2023i6pp64-69.
4. ГОСТ Р 55986-2014. Силос из кормовых растений. Общие технические условия. Дата введения 2015-07-01. М. : Стандартинформ, 2020. 11 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/572/57277.pdf?ysclid=lte3gtp0eu794204375> (дата обращения: 15.02.2024).
5. ГОСТ ISO 6497-2014. Корма. Отбор проб. Дата введения 2017-07-01. М. : Стандартинформ, 2016. 20 с. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61928/?ysclid=lte3r5f9kc196532543> (дата обращения: 12.02.2024).
6. Тупицкий О. О., Гамко Л. Н. Качество сенажа и силоса, приготовленного из разного вида сырья // Кормопроизводство. 2017. № 12. С. 31–33. ISSN 1562-0417. EDN ZVZPWB.
7. Рядчиков Р. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных. СПб. : Лань, 2015. 632 с. ISBN 978-5-8114-1842-8.
8. Кузнецов С. Г., Заболотнов Л. А., Баранова И. А., Матющенко П. В. Качество молока коров. Ч. 2/4 Физико-химические и технологические свойства // Витасоль : сайт. URL: <https://www.vitasol.ru/Notes/Kachestvo-Moloka-Korov-2?ysclid=Ltml6txh332281078> (дата обращения: 20.02.2024).
9. Тамарова Р. В., Ярлыков Н. Г. Технологические свойства молока ярославских чистопородных коров // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 4. С. 53–54. ISSN 2073-4018. EDN JXHLLK.

References

1. Sharifyanov B. G., Yumaguzin I. F., Basharov A. A. Ispol'zovanie silosov bobovo-zlakovykh travosmesej v racionah molodnyaka krupnogo rogatogo skota // Vestnik KrasGAU. 2022. № 7 (184). S. 157–162. ISSN 1819-4036. DOI 10.36718/1819-4036-2022-7-157-162.

2. Tishenkov P. I. Preimushchestva i nedostatki razlichnykh tekhnologiy zagotovki silosa // Korma i kormoproizvodstvo. 2018. № 4 (143). S. 27–29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997774> (data obrashcheniya: 12.02.2024).
3. Krupin E. O., Shakirov Sh. K., Chevtaeva N. D. Analiz struktury potrebleniya pitatel'nykh veshchestv kormov zhivotnymi na sel'hozpredpriyatiyakh molochnogo skotovodstva // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2023. № 6. S. 64–69. ISSN 2313-8432. DOI 10.28983/asj.y2023i6pp64-69.
4. GOST R 55986-2014. Silos iz kormovykh rasteniy. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Data vvedeniya 2015-07-01. M. : Standartinform, 2020. 11 s. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/572/57277.pdf?ysclid=lte3gtp0eu794204375> (data obrashcheniya: 15.02.2024).
5. GOST ISO 6497-2014. Korma. Otbor prob. Data vvedeniya 2017-07-01. M. : Standartinform, 2016. 20 s. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61928/?ysclid=lte3r5f9kc196532543> (data obrashcheniya: 12.02.2024).
6. Tupitskiy O. O., Gamko L. N. Kachestvo senazha i silosa, prigotovlennogo iz raznogo vida syr'ya // Kormoproizvodstvo. 2017. № 12. S. 31–33. ISSN 1562-0417. EDN ZVZPWB.
7. Ryadchikov R. G. Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skokozyajstvennykh zhivotnykh. SPb. : Lan', 2015. 632 s. ISBN 978-5-8114-1842-8.
8. Kuznetsov S. G., Zabolotnov L. A., Baranova I. A., Matyushchenko P. V. Kachestvo moloka korov. CH. 2/4 Fiziko-himicheskie i tekhnologicheskie svoystva // Vitasol' : sayt. URL: <https://www.vitasol.ru/Notes/Kachestvo-Moloka-Korov-2?Ysclid=Ltml6txh332281078> (data obrashcheniya: 20.02.2024).
9. Tamarova R. V., Yarlykov N. G. Tekhnologicheskie svoystva moloka yaroslavskikh chistoporodnykh korov // Syrodelle i maslodelle. 2009. № 4. S. 53–54. ISSN 2073-4018. EDN JXHLLK.

Сведения об авторах

Николай Геннадьевич Ярлыков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 3728-4220.

Софья Владимировна Соловьева – ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 7587-0814.

Марина Ивановна Орлова – ведущий специалист по кормлению, ИП Смирнов Г.М.

Information about the authors

Nickolay G. Yarlykov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 3728-4220.

Sofya V. Solovyeva – Assistant of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 7587-0814.

Marina I. Orlova – leading specialist on feeding, IE Smirnov G.M.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



Научная статья
УДК 636.22/.28.082.13:636.082.11
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.012

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА CAPN1 И ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ ЖИВОТНЫХ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Н. В. Чимидова¹, Л. Г. Моисейкина², А. В. Убушиева³, В. С. Убушиева⁴,
А. И. Хахлинов⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5}Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова,
Элиста, Россия

Автор, ответственный за переписку: Надежда Васильевна Чимидова,
nadezhdatchimidova@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3043-091X

Реферат. Цель настоящего исследования заключалась в изучении особенностей аллельного полиморфизма гена кальпаина – CAPN1 у крупного рогатого скота калмыцкой породы и определение его взаимосвязи с мясной продуктивностью. Согласно литературным данным, ген кальпаин считается ответственным за формирование «нежности» мяса. Животные с таким генотипом представляют большой интерес для селекции по повышению мясной продуктивности. На базе лаборатории молекулярной генетики РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «КалмГУ» проводились генетические исследования по ДНК-генотипированию калмыцкого скота. При анализе 50 образцов ДНК было установлено, что желательная форма аллеля гена CAPN^{CC} имелась у 18% животных, 36% составляли гетерозиготные особи CAPN^{CG}, у остальных животных выявлен аллель CAPN^{GG}, равный 46%. Оценка ожидаемой гетерозиготности составила 0,46, а фактической – 0,36. Таким образом, в данной популяции калмыцкого скота наблюдается нарушение генного равновесия ввиду смещения фактического и теоретически ожидаемого количества гетерозигот. При анализе данных живой массы бычков и связанности её с генотипами установлено, что наибольшая живая масса отмечалась в группе животных с генотипом CAPN^{CC} (386 кг ± 0,47). Высока доля гетерозиготных животных с живой массой 377,1 ± 0,73 кг, от которых в дальнейшем, при правильном ведении селекционно-племенной работы, теоретически возможно получить желательные генотипы.

Ключевые слова: ДНК-тестирование, полиморфизм, мясная продуктивность, калмыцкая порода

POLYMORPHISM OF THE CAPN1 GENE AND THE RELATIONSHIP WITH THE PRODUCTIVE QUALITIES OF ANIMALS IN CATTLE

N. V. Chimidova¹, L. G. Moiseykina², A. V. Ubushieva³, V. S. Ubushieva⁴, A. I. Khakhlinov⁵
^{1, 2, 3, 4, 5}Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov, Elista, Russia

Author responsible for the correspondence: Nadezhda V. Chimidova,
nadezhdatchimidova@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3043-091X

Abstract. The purpose of this research was to study the characteristics of the allelic polymorphism of the calpain gene – CAPN1 in cattle of the Kalmyk breed and determine its relationship with meat productivity. According to literature data, the calpain gene is considered responsible for the formation of the “tenderness” of meat. Animals with this genotype are of great interest for breeding to increase meat productivity. On the basis of the laboratory of molecular genetics of the RSPC for the reproduction of farm animals of the FSBEI of HE “KalmSU,” genetic studies on DNA genotyping of Kalmyk cattle were carried out. When analyzing 50 DNA samples, it was found that 18% of animals had the desired form of the CAPN^{CC} gene allele, 36% were heterozygous CAPN^{CG} individuals, and the remaining animals had a CAPN^{GG} allele equal to 46%. The estimate for expected heterozygosity was 0.46 and the actual heterozygosity was 0.36. Thus, in this population of Kalmyk cattle there is a violation of genic balance due to a shift in the actual and theoretically expected number of heterozygotes. When analyzing the data on the live weight of bull calves and its association with genotypes, it was

found that the largest live weight was observed in the group of animals with the CAPN^{cc} genotype (386 kg ± 0.47). There is a high proportion of heterozygous animals with a live weight of 377.1 ± 0.73 kg, from which it is theoretically possible to obtain desired genotypes in the future, with proper breeding work.

Keywords: DNA testing, polymorphism, meat productivity, Kalmyk breed

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-03-2022-119/1.

Введение. В настоящее время в России стала широко применяться геномная селекция во всех видах сельскохозяйственных животных. Благодаря новейшей технологии в животноводстве повышается селекционная точность и надёжность племенной оценки [1; 2]. Существует большое количество полиморфных вариантов генов-кандидатов, и установлена их ассоциация с продуктивными признаками животных. Маркерная селекция позволяет проводить оценку частоты встречаемости желательных и нежелательных аллелей для породы или линии, целенаправленно вести селекционную работу по накоплению предпочтительных аллелей генов в стадах [3; 4]. По литературным данным, ген кальпаин (CAPN1) считается ответственным за формирование такого качественного показателя мяса крупного рогатого скота, как нежность. Нежность мяса определяется как степень жёсткости мышечных волокон. Структура гена кальпаина включает в себя 22 экзона, и его размер составляет около 30 т. н. п., он расположен на 29-й хромосоме [5; 6]. Предпочтительной гомозиготной аллельной формой, влияющей на качество мяса и определяющей его нежность, является генотип CAPN^{cc}. Выявление животных с данным генотипом представляет большой интерес для хозяйств, занимающихся селекцией по повышению мясной продуктивности мясных пород скота [7]. Развитие мясного скотоводства в Республике Калмыкия в настоящее время направлено не только на увеличение чистопородного поголовья, но и на получение высококачественного мяса. Как известно, качество продукта зависит от наследственности животных, условий кормления и содержания. Поголовье крупного рогатого скота калмыцкой породы на территории Республики Калмыкия составляет около 522 тыс. голов, согласно данным Росстата на 01.01.2022 г. На территории республики существуют 20 племенных хозяйств, специализирующихся на разведении калмыцкой породы скота. В республике создан первый региональный научно-производственный центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных, где также ведутся исследования по особенностям организации генома крупного рогатого скота мясных пород. Качественную говядину, как хозяйственно полезный признак продуктивности, определяют такие показатели, как вкусовые качества, нежность

и мраморность мяса, запах. Целью исследований являлось изучение особенностей аллельного полиморфизма гена кальпаина – CAPN1 у крупного рогатого скота калмыцкой породы и определение его взаимосвязи с мясной продуктивностью.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования послужил крупный рогатый скот (бычки) калмыцкой породы в возрасте 15 месяцев, разводимый в племенном репродукторе «Хошуд» Республики Калмыкия.

Обслуживание животных и экспериментальный опыт были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press Washington, D.C. 1996). При постановке экспериментальных исследований были предприняты все усилия, сокращающие к минимуму страдания животных и количество используемых образцов.

На базе лаборатории молекулярной генетики РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «КалмГУ» проводились генетические исследования по ДНК-генотипированию скота. Биологическим материалом служила цельная кровь, взятая из яремной вены в вакуумную пробирку с антикоагулянт (ЭДТА). Выделение ДНК проводилось согласно инструкции к набору реагентов «DIAAtomtm DNA Prep100».

Генотипирование проводили в режиме реального времени на программируемом амплификаторе ROTOR-GENE Q, с использованием набора реагентов для ПЦР-РВ компании «Синтол» (Россия).

Процесс амплификации гена CAPN1 проводился по следующему режиму (табл. 1).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$p = n / N, \quad (1)$$

где p – частота определённого генотипа; n – количество особей, имеющих определённый генотип; N – число особей.

Частоту аллелей определяли по формуле:

$$P_A = (2n_{AA} + n_{AB}) : 2N. \quad (2)$$

$$P_B = (2n_{BB} + n_{AB}) : 2N,$$

Таблица 1 – Режим процесса амплификации гена CAPN1

Step	Temperature, °C	Time	Detection	Repeats
Hold	94	3 mins	No acquiring	1
Cycling 1	94	20 secs	No acquiring	10
	58	20 secs	No acquiring	
	61	30 secs	No acquiring	
Cycling 2	94	20 secs	No acquiring	30
	58	20 secs	No acquiring	
	61	30 secs	Acquiring on Green or Yellow	

где P_A – частота аллеля А; P_B – частота аллеля В; N – общее число аллелей.

Ожидаемая частота генотипов рассчитывалась согласно закону Харди-Вайнберга.

Статистические данные обрабатывались с помощью офисного набора программ Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Нами проведена молекулярно-генетическая оценка 50 образцов ДНК бычков калмыцкой породы. В результате исследования выявлено наличие желательного генотипа CAPN^{CC}, который имелся у 18% животных. 36% составляли гетерозиготные особи CAPN^{CG}, у остальных животных выявлен аллель CAPN^{GG}, равный 46% (табл. 2).

Анализируя генетическую характеристику калмыцкого скота, можно отметить высокую частоту гомозиготного генотипа CAPN^{CC}, что, скорее всего, связано с гетерогенностью крупного рогатого скота калмыцкой породы. Также это может свидетельствовать и о существовании большой вероятности получения желательных генотипов у калмыцкого мясного скота.

Была изучена доля гетерозигот в популяции калмыцкого скота. Оценка ожидаемой гетерозиготности составила 0,46, а фактической – 0,36. Таким образом, в данной популяции калмыцкого скота наблюдается смещение фактической и наблюдаемой гетерозиготности, что говорит о нарушении генного равновесия. Предположительно,

Таблица 2 – Генетическая характеристика скота калмыцкой породы по гену CAPN1

Группа	n	Распределение генотипов						Распределение аллелей	
		CC		CG		GG		C	G
		n	%	n	%	n	%		
Бычки	50	9	18	18	36	23	46	0,36	0,64

это связано с искусственным отбором животных, ведением целенаправленной селекции, а также подбором родительских пар.

Наблюдение за динамикой живой массы бычков калмыцкой породы в зависимости от их генотипов показало, что средняя живая масса у бычков с желательным CAPN^{CC} генотипом составляла 386 кг

($P \geq 0,999$) (табл. 3). Животные с гетерозиготным генотипом CAPN^{CG} имели живую массу 377,1 кг ($P \geq 0,999$), а с генотипом CAPN^{GG} живая масса была 367,6 кг ($P \geq 0,999$).

При анализе данных живой массы бычков и связанности её с генотипами установлено, что наибольшая живая масса отмечалась в группе

Таблица 3 – Живая масса бычков разных генотипов

Возраст, месяцы	Генотип		
	CC (n = 9)	CG (n = 18)	GG (n = 23)
	Живая масса, кг	Живая масса, кг	Живая масса, кг
15	386±0,47	377,1±0,73	367,6±0,40

Примечание: $P \geq 0,999$.

Полиморфизм гена CAPN1 и взаимосвязь с продуктивными качествами животных у крупного рогатого скота

животных с генотипом CAPN^{CC} (386 кг), который, судя по литературным данным, ассоциирован с хозяйственно ценными признаками.

Высока доля гетерозиготных животных с живой массой 377,1 кг, от которых в дальнейшем, при правильном ведении селекционно-племенной работы в хозяйстве, теоретически возможно получить желательные генотипы.

Улучшение качества говядины является одним из основных направлений селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве как в Республике Калмыкия, так и в России. Для решения этой задачи используется молекулярно-генетическая информация о генотипе по локусам, на которых основана маркер-ассоциированная селекция сельскохозяйственных животных [7; 8]. Отечественными и зарубежными учёными-генетиками установлены взаимодействия хозяйственно ценных признаков животных с генами-кандидатами. Известно, что полиморфизм генов-кандидатов продуктивности по таким генам, как лептин, тиреоглобулин, соматотропин, пролактин, кальпаин, на сегодняшний день являются потенциальными маркерами продуктивности сельскохозяйственных животных.

Установлено, что кальпаин является полипептидным гормоном, кодирующим геном, структура которого включает в себя 22 экзона, и его размер составляет около 30 т. н. п., он расположен на 29-й хромосоме [9]. Гомозиготные животные по этому аллелю представляют большой интерес для селекции на мясность. При изучении взаимосвязи гена CAPN1 с мясной продуктивностью у скота лимузинской и герефордской пород учёными выявлено положительное влияние на вкусовые и питательные качества мяса. Продукция таких животных за счёт высокой доли желательного аллеля С с генотипом СС имеет значительный потенциал в отношении к другим породам крупного рогатого скота [10]. При анализе образцов ДНК животных выявлены существенные различия соотношения животных разных генотипов в отдельных популяциях. Выявлено, что частота встречаемости гомозиготного генотипа CAPN^{CC} преобладает у крупного рогатого скота калмыцкой породы и выше, чем у скота казахской белоголовой породы, на 9,41%. У крупного рогатого скота каргалинской породы данный показатель также выше, чем у казахского белоголового

скота, на 7,05%. В исследованиях Е. С. Суржикова, Д. Д. Евлагина (2023) установлено, что количество эффективных аллелей по гену кальпаина преобладает у молодняка герефордской и казахской белоголовой пород (1,83 и 1,91), у скота калмыцкой породы этот показатель наименьший (1,57).

Исследование варибельности наблюдаемой гетерозиготности гена CAPN1 показало, что среди молодняка герефордской породы показатель колебался от 0,04 до 0,18–0,24 среди казахской белоголовой и калмыцкой пород. Ожидаемая варибельность гетерозиготности у молодняка калмыцкого и казахского белоголового скота была минимальной и составляла 0,292 и 0,37 соответственно, максимум варибельности наблюдался у герефордской породы – 0,8. Аллельные варианты однонуклеотидных полиморфизмов генов CAPN1 и CAST крупного рогатого скота ассоциированы с «мраморностью» и «нежностью» мяса. Методами KASP и ПЦР-РВ были исследованы SNP в гене CAPN1 (rs17872000) и гене CAST (rs109221039) у КРС мясных пород, разводимых в Республике Беларусь. Также сравнительная характеристика генетической структуры исследуемых животных из популяций скота разных мясных пород по гену CAPN1 показала, что у абердин-ангусского скота желательный аллель С, который ассоциируется с «нежностью» мяса, встречается с наибольшей частотой (34,3%), в сравнении со скотом лимузинской породы (14,3%), разница в 2,4%. Мясная порода герефорд по частоте встречаемости кальпаина была равна 13,9%, что приближенно к частоте породы герефорд. Таким образом, применение генетических маркеров в селекции скота мясного направления, как важный критерий, позволит улучшить показатели мясной продуктивности [12, 13]. В наших исследованиях, проведённых на бычках калмыцкой породы в ведущем племенном репродукторе республики, было установлено превосходство гетерозиготных особей по формированию мясной продуктивности с учётом полиморфизмов гена кальпаина CAPN1.

Выводы. Таким образом, полученные результаты подтверждают значимое применение генетических маркеров в селекции скота, которые направлены на повышение мясной продуктивности и улучшение мясных качеств говядины.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гаджиев З. К., Суржикова Е. С., Михайленко Т. Н. [и др.] Изучение и проведение ДНК-тестирования сельскохозяйственных животных по генам, определяющим продуктивные качества: метод. рекомендации. Ставрополь : Общество с ограниченной ответственностью фирма «Ставрополь-сервис-школа», 2022. 78 с. ISBN 978-5-6048650-3-3.
2. Колпаков В. И. Влияние некоторых полиморфных генов на мясную продуктивность и качество мяса у крупного рогатого скота (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 4. DOI 10.33284/2658-3135-103-4-47.

3. Kostuziak P., Slosarz J., Golebiewski M. [et al.] Polymorphism of Genes and Their Impact on Beef Quality // *Current Issues in Molecular Biology*. 2023. Vol. 45, Is. 6. P. 4749–4762. doi:10.3390/cimb45060302.
4. Koo Y., Alkholder H., Choi T.-J. [et al.] Genomic evaluation of carcass traits of Korean beef cattle Hanwoo using a single-step marker effect model // *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. P. 1–8. DOI 10.1093/jas/skad104.
5. Kang N., Panzone L., Kuznesof S. The role of cooking in consumers' quality formation: An exploratory study of beef steaks // *Meat Science*. 2022. Vol. P. 108730. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108730.
6. Liu S., Gao Y., Canela-Xandri O. [et al.] A multi-tissue atlas of regulatory variants in cattle // *Nature genetics*. 2022. Vol. 54. P. 1438–1447. doi:10.1038/s41588-022-01153-5.
7. Magalhaes D. R., Maza M. T., Prado I. N. d. [et al.] An Exploratory Study of the Purchase and Consumption of Beef: Geographical and Cultural Differences between Spain and Brazil // *Foods*. 2022. Vol. 11 (1):129. doi:10.3390/foods11010129.
8. Романишко Е. Л., Киреева А. И., Михайлова М. Е. [и др.] Исследование полиморфизма С316G в гене кальпаина (CAPN1) крупного рогатого скота, ассоциированного с органолептическим качеством мяса // *Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы : материалы IV Международ. науч. конф. к 55-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Минск, 2020. С. 99. ISBN 978-985-90526-3-7.*
9. Романишко Е. Л., Киреева А. И., Михайлова М. Е. [и др.] Исследование полиморфизма rs17872000 в генах кальпаина (CAPN1) и rs109221039 кальпастатина (CAST) у крупного рогатого скота мясного направления продуктивности // *Молекулярная и прикладная генетика*. 2022. Т. 32. С. 88–96. DOI 10.47612/1999-9127-2022-32-88-96.
10. Polymorphism of the CAPN1 and GH genes and its relationship with the productivity of cattle of the Kazakh white-headed breed Selionova M. I., Plakhtyukova V. R. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"*. 2020. Vol. 613 (1). P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012131.
11. Сурундаева Л. Г. Аллельный полиморфизм гена тиреоглобулина у крупного рогатого скота мясных пород // *Вестник мясного скотоводства*. 2016. № 3 (95). С. 47–53. EDN WVPGEL.
12. Whitton C., Bogueva D., Marinova D. [et al.] Are We Approaching Peak Meat Consumption? Analysis of Meat Consumption from 2000 to 2019 in 35 Countries and Its Relationship to Gross Domestic Product // *Animals*. 2021. Vol. 11 (12). P. 3466. doi:10.3390/ani11123466.
13. Ma J., Fan A.-P., Wang W.-S. [et al.] Analysis of genetic diversity and genetic structure of Qinchuan cattle conservation population using whole-genome resequencing // *Theriogenology*. 2023. Vol. 208. P. 185–193. DOI 10.16288/j.ycz.23-115.

References

1. Gadzhiev Z. K., Surzhikova E. S., Mikhajlenko T. N. [i dr.] *Izuchenie i provedenie DNK-testirovaniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh po genam, opredelyayushchim produktivnye kachestva: metod. rekomendacii. Stavropol' : Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu firma «Stavropol'-servis-shkola», 2022. 78 s. ISBN 978-5-6048650-3-3.*
2. Kolpakov V. I. Vliyanie nekotoryh polimorfnyh genov na myasnuyu produktivnost' i kachestvo myasa u krupnogo rogatogo skota (obzor) // *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2020. Т. 103, № 4. DOI 10.33284/2658-3135-103-4-47.
3. Kostuziak P., Slosarz J., Golebiewski M. [et al.] Polymorphism of Genes and Their Impact on Beef Quality // *Current Issues in Molecular Biology*. 2023. Vol. 45, Is. 6. P. 4749–4762. doi: 10.3390/cimb45060302.
4. Koo Y., Alkholder H., Choi T.-J. [et al.] Genomic evaluation of carcass traits of Korean beef cattle Hanwoo using a single-step marker effect model // *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. P. 1–8. DOI 10.1093/jas/skad104.
5. Kang N., Panzone L., Kuznesof S. The role of cooking in consumers' quality formation: An exploratory study of beef steaks // *Meat Science*. 2022. Vol. P. 108730. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108730.
6. Liu S., Gao Y., Canela-Xandri O. [et al.] A multi-tissue atlas of regulatory variants in cattle // *Nature genetics*. 2022. Vol. 54. P. 1438–1447. doi:10.1038/s41588-022-01153-5.
7. Magalhaes D. R., Maza M. T., Prado I. N. d. [et al.] An Exploratory Study of the Purchase and Consumption of Beef: Geographical and Cultural Differences between Spain and Brazil // *Foods*. 2022. Vol. 11 (1):129. doi:10.3390/foods11010129.
8. Romanishko E. L., Kireeva A. I., Mikhajlova M. E. [i dr.] *Issledovanie polimorfizma S316G v gene kal'paina (CAPN1) krupnogo rogatogo skota, associirovannogo s organolepticheskim kachestvom myasa // Genetika i biotekhnologiya XXI veka: problemy, dostizheniya, perspektivy : materialy IV Mezhdunarod. nauch. konf. k 55-letiyu osnovaniya Instituta genetiki i citologii NAN Belarusi. Minsk, 2020. S. 99. ISBN 978-985-90526-3-7.*
9. Romanishko E. L., Kireeva A. I., Mikhajlova M. E. [i dr.] *Issledovanie polimorfizma rs17872000 v genah kal'paina*

(CAPN1) i rs109221039 kal'pastatina (CAST) u krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti // Molekulyarnaya i prikladnaya genetika. 2022. T. 32. S. 88–96. DOI 10.47612/1999-9127-2022-32-88-96.

10. Polymorphism of the CAPN1 and GH genes and its relationship with the productivity of cattle of the Kazakh white-headed breed Selionova M. I., Plakhtyukova V. R. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management". 2020. Vol. 613 (1). P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012131.

11. Surundaeva L. G. Allel'nyj polimorfizm gena tireoglobulina u krupnogo rogatogo skota myasnyh porod // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 3 (95). S. 47–53. EDN WVPGEL.

12. Whitton C., Bogueva D., Marinova D. [et al.] Are We Approaching Peak Meat Consumption? Analysis of Meat Consumption from 2000 to 2019 in 35 Countries and Its Relationship to Gross Domestic Product // Animals. 2021. Vol. 11 (12). P. 3466. doi:10.3390/ani11123466.

13. Ma J., Fan A.-P., Wang W.-S. [et al.] Analysis of genetic diversity and genetic structure of Qinchuan cattle conservation population using whole-genome resequencing // Theriogenology. 2023. Vol. 208. P. 185–193. DOI 10.16288/j.ycz.23-115.

Сведения об авторах

Надежда Васильевна Чимидова – кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и животноводства, научный сотрудник РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова», spin-код: 3221-7432.

Людмила Гучаевна Моисейкина – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии и животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова», spin-код: 2722-8980.

Алтана Вадимовна Убушиева – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биотехнологии и животноводства, научный сотрудник РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова», spin-код: 7219-0185.

Виктория Саналовна Убушиева – ассистент кафедры биотехнологии и животноводства, научный сотрудник РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова», spin-код: 1991-8614.

Арсланг Иванович Хахлинов – директор РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова», spin-код: 9568-5977.

Information about the authors

Nadezhda V. Chimidova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Researcher at the Republican Scientific and Practical Center for the Reproduction of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov", spin-code: 3221-7432.

Lyudmila G. Moiseykina – Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov", spin-code: 2722-8980.

Altana V. Ubushieva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Researcher at the Republican Scientific and Practical Center for the Reproduction of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov", spin-code: 7219-0185.

Viktoriya S. Ubushieva – assistant of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Researcher at the Republican Scientific and Practical Center for the Reproduction of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov", spin-code: 1991-8614.

Arslang I. Khakhlinov – Director of the Republican Scientific and Practical Center for the Reproduction of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov", spin-code: 9568-5977.

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.2024.65.1.013

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И СРОК ПРОДУКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРОВ КОСТРОМСКОЙ ПОРОДЫ В ПЛЕМЗАВОДЕ «КАРАВАЕВО» КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Надежда Сергеевна Баранова¹, Антон Александрович Королев²,
Дмитрий Сергеевич Казаков³**

^{1,3} Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия
² Костромской региональный информационно-селекционный центр
при Костромской государственной сельскохозяйственной академии, Караваево, Россия
¹baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X
²toscha.koroliow@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1561-5449
³rammfak@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6050-5690

Реферат. В статье представлен анализ молочной продуктивности коров-первотёлок одного из племязаводов Костромской области. Анализ продуктивности на племязаводе показал, что наивысший удой получен у дочерей быка Умника 3847 – 8167 кг молока, превосходство по сравнению к средней по выборке составило 1365 кг ($P \leq 0,001$). На жирномолочность дочерей положительное влияние оказали быки Умник 3847 (4,35%), Чубчик 6868 (4,45%), Джокер 331 (4,36%), Лакмус 0469 (4,31%) и Ледоход 7867 (4,31%); на белковомолочность – Умник 3847 (3,45%), Чубчик 6868 (3,52%), Джокер 331 (3,51%), Лакмус 0469 (3,43%) и Лавелас (3,46%). Самые высокие удои с достоверной разницей имели дочери быков родственной группы Мастера (7800 кг молока) и Концентрата. У первотёлок по принадлежности к родственной группе Мастера – наивысшие показатели по содержанию жира и белка в молоке – 4,40 и 3,49% соответственно. В ведущей организации по разведению скота костромской породы (племязаводе «Караваево») только за последние годы были выращены и раздоены десятки коров, в том числе и первотёлок, до рекордных показателей, что свидетельствует о высоком генетическом потенциале продуктивности коров костромской породы. В то же время анализ показал, что первотёлки с удоем 4001–5000 кг молока имели лучшие показатели пожизненной продуктивности и превосходили высокопродуктивных коров с удоем 9001 кг молока и более по этому показателю на 1,80 лактации ($P \leq 0,001$). По пожизненному удою самый высокий показатель у первотёлок с удоем за 1 лактацию 7001–8000 кг – 25689 кг молока, что на 4146 кг больше, чем с удоем до 4000 кг молока ($P \leq 0,01$).

Ключевые слова: костромская порода, коровы, быки-производители, линии, родственные группы, молочная продуктивность, продуктивное долголетие

MILK PRODUCING ABILITY AND THE PRODUCTIVE USE PERIOD OF KOSTROMA BREED COWS IN THE “KARAVAEVO” BREEDING PLANT OF THE KOSTROMA REGION

Nadezhda S. Baranova¹, Anton A. Korolev², Dmitriy S. Kazakov³

^{1,3} Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia
² Kostroma Regional Information and Breeding Center
at the Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia
¹baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X
²toscha.koroliow@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1561-5449
³rammfak@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6050-5690

Abstract. The article presents an analysis of the milk producing ability of first-calf heifers of one of the breeding plants of the Kostroma region. Productivity analysis at the breeding plant showed that the highest yield was obtained from the daughters of the bull Umnik 3847 – 8167 kg of milk, the superiority compared to the average for the sample was 1365 kg ($P \leq 0.001$). The butterfat percentage of daughters was positively influenced by bulls Umnik 3847 (4.35%), Chubchik 6868 (4.45%), Dzhoker 331 (4.36%), Lakmus

Молочная продуктивность и срок продуктивного использования коров костромской породы в племязаводе «Караваево» Костромской области

0469 (4.31%) and Ledohod 7867 (4.31%); for protein milking capacity – Umnik 3847 (3.45%), Chubchik 6868 (3.52%), Dzhoker 331 (3.51%), Lakmus 0469 (3.43%) and Lavelas (3.46%). The highest yields with a reliable difference were the daughters of the bulls of the family group Master (7800 kg of milk) and Koncentrat. First-calf heifers belonging to the Master family group have the highest indicators of fat and protein content in milk – 4.40 and 3.49%, respectively. In the leading organization for raising livestock of the Kostroma breed (the “Karavaevo” breeding plant), in recent years alone, dozens of cows including first-calf heifers have been raised and milked to record levels, which indicates a high genetic potential for the productivity of Kostroma breed cows. At the same time, the analysis showed that first-calf heifers with a milk yield of 4001–5000 kg had better indicators of lifetime productivity and exceeded highly productive cows with a milk yield of 9001 kg and more in this indicator by 1.80 lactation ($P \leq 0.001$). According to lifetime yield the highest indicator in first-calf heifers with yield per 1 lactation is 7001–8000 kg – 25689 kg of milk, which is 4146 kg more than with yield up to 4000 kg of milk ($P \leq 0.01$).

Keywords: *Kostroma breed, cows, servicing bulls, lines, family groups, milk producing ability, productive longevity*

Введение. Молоко и молочные продукты имеют первостепенное значение в рационе населения. Поэтому развитие молочного скотоводства имеет большое значение, как в обеспечении продовольственной независимости страны, так и в социальном аспекте. Несмотря на сокращение основного поголовья коров в 2022 году, в сравнении с 2021 годом, в Российской Федерации на 0,6%, в хозяйствах всех категорий наблюдается рост производства сырого молока на 2% до уровня 32,98 млн тонн. Основное поголовье, и как следствие, большая часть произведённого молока, сосредоточено в крупных сельскохозяйственных организациях. Надой на корову в сельскохозяйственных организациях составил в среднем 7440 кг, что практически соответствует уровню стран с высокопродуктивным молочным скотоводством [1].

За последние два года в стране произошло значительное изменение относительной численности крупного рогатого скота разводимых пород, в том числе и костромской. Костромская порода крупного рогатого скота занимает 33,5% в структуре пород Костромской области, а всего в регионе разводят шесть пород молочного и мясного направления продуктивности. Обладая ценным генофондом, благодаря совокупности полезных хозяйственно полезных признаков, костромская порода по праву считается одной из лучших пород молочно-мясного направления продуктивности и основным поставщиком молодняка в Костромской области и за её пределами [2; 3; 4; 5].

При выведении костромской породы крупного рогатого скота большую роль сыграл систематический отбор и целенаправленный подбор выдающихся животных, оценка быков-производителей по качеству потомства и последующее максимальное использование быков-улучшателей. В то же время с 70-х годов XX века с целью повышения генетического разнообразия в стадах породы стали использовать быков бурой швицкой породы различной селекции. В результате повысилась молочная продуктивность коров, улучшились морфо-

функциональные свойства вымени, увеличилась доля коров с молочным типом телосложения, изменилась генеалогическая структура стад. Произошло накопление маточного поголовья с разной долей кровности по улучшающей породе. За сохранение отечественных пород крупного рогатого скота выступают многие учёные и практики [6; 7; 8]. Изучаются факторы, влияющие на более полное проявление генетического потенциала коров [9; 10; 11].

Племзавод «Караваяево», на базе которого проводились исследования, является крупным сельскохозяйственным предприятием по разведению крупного рогатого скота костромской породы. Поголовье крупного рогатого скота в хозяйстве на начало 2023 года составило 2104 головы, в том числе 879 коров. По данным бонитировки за 2022 год, удой на корову достиг отметки 9297 кг молока, содержание жира в молоке – 4,26% и белка – 3,52%. Выход живых телят на 100 коров составил 81,0%. Среднесуточные приросты бычков в возрасте от рождения до 12 месяцев составили 805 г, а тёлки в возрасте 0–18 мес. – 850 г. Это наилучшие показатели по молочной продуктивности и приростам живой массы за последние пять лет [3].

Большое значение в племзаводе «Караваяево» придается совершенствованию селекционно-племенной работы, для повышения её результативности проводится анализ полученных в результате исследований данных, чтобы в последующем применить их на практике.

Целью проводимых нами исследований является оценка молочной продуктивности и срока хозяйственного использования коров костромской породы.

Материал и методы исследований. Исследования проведены в АО «Племзавод «Караваяево» Костромского района Костромской области в 2023 году. Хозяйство является племенным заводом по разведению крупного рогатого скота костромской породы. Объект исследований – крупный рогатый скот костромской породы. Методами исследова-

ний послужили зоотехнические, популяционно-генетические и аналитические с использованием компьютерных программ ИАС «СЕЛЭКС» Многохозяйственный и BON-MilkРегион. Статистическая обработка материалов проводилась с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel» с вычислением критерия достоверности по Стьюденту. В обработку вошло 2350 коров.

Результаты исследований. В Костромской области разводят костромскую, чёрно-пёструю, голштинскую, ярославскую, холмогорскую и айр-ширскую породы крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направления продуктивности. Отечественная костромская порода выведена на территории Костромской области, совершенствованием её племенных и продуктивных качеств успешно занимаются три племенных завода и два племенных репродуктора. Самым крупным племенным заводом является АО «Племзавод «Караваево», он расположен в Костромском районе.

Плановыми линиями для племзавода «Караваево» являются: линия Ладка 2537 и Курса 3722, родственные группы Мастера 106902, Хилла 76059, Меридиана 90827 и Концентрата 106157. Линия

Ладка 2537 является самой многочисленной линией по маточному поголовью – 463 гол. (26,1%). В линии Курса 3722 маточное поголовье составило 210 гол. (11,8%), Салата 1216 – 53 гол. (3,0%). Из родственных групп по маточному поголовью на первом месте находится родственная группа Хилла 76059 – 457 гол. (25,8%), затем родственные группы Мастера 106902 – 295 гол. (16,6%), Меридиана 90827 – 122 гол. (6,9%), Концентрата 106157 – 97 гол. (5,5%). В остальных двух родственных группах Лейрда 71151 и Батлера 107506 численность коров и тёлочек случного возраста всего насчитывается 61 гол. (3,4%) и 15 гол. (0,9%) соответственно.

Наивысшие удои получены у дочерей быков Умника 3847 – 8167 кг молока родственной группы Мастера 106902, Джокера 331 – 7596 кг и Лакмуса 0469 – 7446 кг родственной группы Концентрата 106157, которые превосходят средний показатель по выборке (6802 кг) на 1365 кг при $P \leq 0,001$; на 794 кг при $P \leq 0,05$ и на 644 кг молока при $P \leq 0,001$ соответственно. Ниже среднего показателя удои первотёлочек быков Аврала 1906 – 4919 кг родственной группы Концентрата 106157, Атлета 2319 – 4856 кг и Льва 7645 – 5286 кг линии Ладка

Таблица 1 – Молочная продуктивность дочерей быков-производителей за 305 дней первой лактации в племзаводе «Караваево»

Кличка, индивидуальный номер быка	Линия, родственная группа	n	Продуктивность дочерей по 1 лактации		
			удой за 305 дней, кг	жир, %	белок, %
Умник 3847	Мастера 106902	27	8167±174***	4,35±0,03***	3,45±0,02**
Чубчик 6868	Мастера 106902	15	7139±411	4,45±0,05***	3,52±0,03***
Джокер 331	Концентрата 106157	7	7596±333*	4,36±0,05*	3,51±0,05*
Лакмус 0469	Концентрата 106157	61	7446±179***	4,31±0,02***	3,43±0,01***
Лавелас 1906	Концентрата 106157	6	7299±693	4,34±0,07	3,46±0,03*
Аврал 1906	Концентрата 106157	7	4919±337	4,05±0,02	3,31±0,01
Ажур 1520	Лейрда 71151	5	7478±372	4,24±0,02	3,33±0,02
Павлин 100	Хилла 76059	6	7303±385	4,32±0,08	3,38±0,04
Лозняк 8093	Меридиана 90827	7	6032±738	4,27±0,08	3,44±0,05
Наказ 3841	Меридиана 90827	5	5752±300	4,08±0,03	3,30±0,02
Орех 1011	Меридиана 90827	12	5597±390	4,19±0,04	3,36±0,02
Атлет 2319	Ладка 2537	6	4856±620	4,11±0,04	3,31±0,02
Лев 7645	Ладка 2537	20	5286±192	4,13±0,02	3,33±0,01
Ледоход 7867	Ладка 2537	8	6979±396	4,31±0,03*	3,42±0,03
Комикс 4534	Салата 1216	12	6347±693	4,18±0,07	3,39±0,03
Сквозняк 6734	Курса 3722	11	5664±541	4,18±0,02	3,32±0,01
В среднем		215	6802±32	4,24±0,00	3,39±0,00

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ к средней по выборке.

Молочная продуктивность и срок продуктивного использования коров костромской породы в племзаводе «Караваево» Костромской области

Таблица 2 – Молочная продуктивность дочерей быков различных линий и родственных групп за 305 дней первой лактации в племязаводе «Караваево»

Линия, родственная группа	Число дочерей, гол.	Продуктивность за 305 дней 1 лактации		
		удой за 305 дней, кг	жир, %	белок, %
Р. гр. Мастера 106902	42	7800±112***	4,40±0,01***	3,49±0,01***
Р. гр. Леирда 71151	5	7478±372	4,24±0,02	3,33±0,02
Р. гр. Хилла 76059	6	7303±385	4,32±0,08	3,38±0,04
Р. гр. Концентрата 106157	81	7230±83***	4,27±0,01**	3,43±0,01***
Л. Салата 1216	12	6347±693	4,18±0,07	3,39±0,03
Р. гр. Меридиана 90827	24	5785±181	4,18±0,03	3,37±0,01
Л. Курса 3722	11	5664±541	4,18±0,02	3,32±0,01
Л. Ладка 2537	34	5609±187	4,18±0,01	3,35±0,01
В среднем	215	6802±32	4,24±0,00	3,39±0,00

Примечание: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ к средней по выборке.

2537, Ореха 1011 – 5597 кг и Наказа 3841 – 5752 кг молока родственной группы Меридиана 90827, разница по удою достоверна (-1883 кг при $P \leq 0,001$; -1946 кг при $P \leq 0,01$; -1516 кг при $P \leq 0,001$; -1205 кг при $P \leq 0,01$; -1050 кг молока при $P \leq 0,001$).

Выявлено положительное влияние на жирномолочность первотёлок быков Умника 3847 (4,35%) и Чубчика 6868 (4,45%) родственной группы Мастера 106902, Джокера 331 (4,36%) и Лакмуса 0469 (4,31%) родственной группы Концентрата 106157 и Ледохода 7867 (4,31%) линии Ладка 2537. Разница со средним показателем по выборке составила 0,11% при $P \leq 0,001$; 0,21%

при $P \leq 0,001$; 0,12% при $P \leq 0,05$; 0,07% при $P \leq 0,001$ и 0,07% при $P \leq 0,05$ соответственно. Низкие показатели жирномолочности отмечены у первотёлок дочерей быков Аврала 1906 (4,05%), Наказа 3841 (4,08%), Атлета 2319 (4,11%), Льва 7645 (4,13%) и Сквозняка 6734 (4,18%).

По содержанию белка в молоке наиболее высокие показатели были у дочерей-первотёлок быков: Умника 3847 (3,45%) и Чубчика 6868 (3,52%) родственной группы Мастера 106902, Джокера 331 (3,51%), Лакмуса 0469 (3,43%) и Лавеласа (3,46%) родственной группы Концентрата 106157, с достоверной разницей со средним показателем по выборке. Ниже среднего по выборке содержа-

Таблица 3 – Коровы-рекордистки стада АО «Племзавод «Караваево» по первой лактации

Кличка и индивидуальный номер коровы	Марка, номер в ГКПЖ	Год рождения	Молочная продуктивность за 305 дней 1 лактации					Скорость молокоотдачи, кг/мин.
			удой, кг	содержание жира		содержание белка		
				%	кг	%	кг	
Малва 5868	КТКС-19444	2019	11220	4,16	466,8	3,33	373,6	2,22
Каморка 6269	–	2020	10972	4,23	464,1	3,62	397,2	2,23
Коняшка 5904	КТКС-19462	2019	11871	4,29	509,3	3,37	400,1	2,42
Мантисса 6239	КТКС-19467	2020	10308	4,00	412,3	3,52	362,8	2,26
Шакура 6412	–	2020	9368	4,13	386,9	3,57	334,4	2,28
Чаровница 6449	–	2020	9145	4,04	369,5	3,51	321,0	2,31
Совка 6453	–	2020	9987	4,15	414,5	3,50	349,5	2,17
Балетка 6497	–	2020	9568	4,10	392,3	3,40	325,3	2,25
Геральдика9499	–	2020	9593	4,13	396,2	3,42	328,1	2,24
Лентяйка 6566	–	2020	9627	3,96	381,2	3,60	346,6	2,21
Досада 5089	–	2016	10003	4,33	433,1	3,68	368,1	2,13
Шухомка 5594	КТКС-19395	2019	9301	4,21	391,6	3,55	330,2	2,17

ние белка в молоке у первотёлок – дочерей быков Аврала 1906 (3,31%), Ажура 1520 (3,33%), Наказа 3841 (3,30%), Атлета 2319 (3,31%), Льва 7645 (3,33%) и Сквозняка 6734 (3,32%).

Показатели молочной продуктивности дочерей быков по принадлежности к линии или родственной группе представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что самые высокие удои имели дочери быков родственной группы Мастера – 7800 кг молока, что выше среднего показателя по выборке на 998 кг ($P \leq 0,001$). Также достоверная разница получена при сравнении со средним значением удою дочерей быков родственной группы Концентра. Их удой составил 7230 кг молока, или больше на 428 кг ($P \leq 0,001$) молока. Ниже среднего значения получены удои у первотёлок по родственной группе Меридиана, линиям Курса и Ладка. По этим же линиям у первотёлок было и самое низкое содержание жира и белка в молоке.

Первотёлки по принадлежности к родственной группе Мастера показали наивысшие показатели по содержанию жира и белка в молоке – 4,40 и 3,49% соответственно.

О потенциальных возможностях раздоя коров можно судить по показателям коров-рекордисток. В ведущей организации по разведению скота костромской породы (племзаводе «Караваяево») только за последние годы были выращены и раздояны десятки коров, в том числе и первотёлок, до рекордных показателей продуктивности (табл. 3).

От коровы Коняшки 5904 надоили по первой лактации 11871 кг молока с содержанием жира в молоке 4,29% и белка – 3,37%, а от коровы Малвы 5868 – 11220 кг молока с содержанием жира 4,16% и белка 3,33%. От коровы Шухомки 5594

в результате заказных спариваний с быком Чубчиком 6868 был получен бычок Шахтёр 218 родственной группы Мастера 106902, который был поставлен на накопление семени в АО «Ярославское» по племенной работе в 2023 году.

Известно, что, чем интенсивнее начинают использовать животное, тем ниже срок его продуктивной жизни. Поэтому изучено влияние величины удою за первую лактацию на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность 2135 коров (табл. 4).

Из данных таблицы 4 следует, что первотёлки с удоем 4001–5000 кг молока имели лучшие показатели пожизненной продуктивности и превосходили высокопродуктивных коров с удоем 9001 кг молока и более по этому показателю на 1,80 лактации ($P \leq 0,001$). По пожизненному удою наилучший показатель у первотёлок с удоем за первую лактацию 7001–8000 кг молока – 25689, что на 4146 кг больше, чем с удоем до 4000 кг молока ($P \leq 0,01$). Количество молочного жира самое высокое получено от коров с удоем за первую лактацию 6001–7000 кг молока – 1094 кг, что больше, чем у коров с удоем до 4000 кг молока на 222 кг ($P \leq 0,05$); количество молочного белка – у коров с удоем 8001–9000 кг – 1032 кг ($P \leq 0,05$), на 1 день жизни – 9,81 кг, что больше, чем у первотёлок с удоем до 4000 кг молока на 2,78 кг ($P \leq 0,001$). Достоверная разница между группами 9001 кг и более и до 4000 кг молока получена по показателям среднего удою за лактацию и на 1 день лактации – 5351 кг и 7,02 кг молока ($P \leq 0,001$) соответственно.

Следовательно, самое высокое продуктивное долголетие (4,23 лактации) отмечено по группе первотёлок с удоем за первую лактацию 4001–

Таблица 4 – Продуктивное долголетие коров костромской породы в зависимости от удою за первую лактацию

Удой, кг	n	Продуктивное долголетие, лактаций	Пожизненная продуктивность, кг			Средний удой, кг		
			удой	КМЖ	КМБ	на 1 день жизни	за лактацию	на 1 день лактации
До 4000	244	4,14±0,15	21543±1030	872±42	703±34	7,03±0,19	4821±75	15,55±0,19
4001–5000	351	4,23±0,12***	25045±849	1015±35	820±28	8,15±0,16	5652±56	17,17±0,16
5001–6000	389	3,74±0,11	24460±816	1086±92	806±27	8,52±0,15	6356±55	18,56±0,15
6001–7000	401	3,58±0,10	24623±732	1094±84*	810±24	9,02±0,24	6798±53	19,04±0,15
7001–8000	298	3,44±0,11	25689±813**	1069±34	845±27	9,35±0,16	7490±57	20,14±0,18
8001–9000	194	3,21±0,13	26150±1039	1083±43	1032±178	9,81±0,20***	8294±94	21,41±0,26
9001 и более	258	2,43±0,09	23466±803	970±33	909±139	9,78±0,16	10172±132***	22,57±0,27***

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ к минимальному значению.

Молочная продуктивность и срок продуктивного использования коров костромской породы в племзаводе «Караваяево» Костромской области

5000 кг молока, а по пожизненной продуктивности (25689 кг молока) – у первотёлок с удоем 7001–8000 кг молока.

Выводы. Таким образом, коровы-первотёлки племзавода «Караваево» характеризуются высокими показателями молочной продуктивности. В среднем 215 первотёлок костромской породы показали удой 6802 кг молока с содержанием жира в молоке 4,24% и содержанием белка – 3,39%. Самые высокие удои отмечены у дочерей-первотёлок быка Умника 3847 родственной группы Мастера – 8167 кг молока. Наиболее высокомолочные дочери получены от быков родственной группы Мастера – 7800 кг молока, что достоверно выше

среднего показателя по выборке на 998 кг. Первотёлки родственной группы Мастера показали наивысшие показатели по содержанию жира и белка в молоке – 4,40 и 3,49% соответственно. От самой высокопродуктивной коровы-первотёлки Коняшки 5904 получен удой 11871 кг молока с содержанием жира 4,29% и белка 3,37%, что свидетельствует о высоком генетическом потенциале молочной продуктивности коров в племзаводе «Караваево». Наибольшее продуктивное долголетие (4,23 лактации) отмечено у коров при удое за первую лактацию 4001–5000 кг молока, а пожизненная молочная продуктивность (25689 кг) – у первотёлок с удоем 7001–8000 кг молока.

Список источников

1. Сафина Г. Ф., Чернов В. В., Дунин И. М. [и др.] Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022). М. : Изд-во «ФГБНУ ВНИИплем», 2023. 255 с.
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, 2023. 206 с. DOI 10.12737/1900632.
3. Королев А. А., Баранова Н. С., Казаков Д. С. [и др.] Молочное скотоводство Костромской области // Аграрный вестник Нечерноземья. 2023. № 4 (12). С. 26–35. DOI 10.52025/2712-8679_2023_04_26. EDN TMCKZP.
4. Давыдова А. С., Федосенко Е. Г. Высокопродуктивные коровы как биологический резерв стада // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 2 (6). С. 17–21. DOI 10.52025/2712-8679_2022_02_17. EDN EYIDDG.
5. Казаков Д. С., Белокуров С. Г. Факторы, влияющие на продуктивное долголетие коров костромской породы // Стратегические направления развития агропромышленного комплекса : сб. статей 73-й Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. с международ. участием. Караваево, 2022. С. 51–59. ISBN 978-5-93222-352-9.
6. Баранов А. В. Проблемы сохранения биоразнообразия в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 21–22. EDN OGBSUZ.
7. Некрасов Д. К., Колганов А. Е., Зеленовский О. А. Необходимые изменения селекционной стратегии для улучшения разводимого скота и сохранения ярославской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 1. С. 2–7. DOI 10.33943/MMS.2020.29.23.001. EDN SAVTXV.
8. Кудрин А. Г., Хабарова Г. В., Смирнова Ю. М. [и др.] Эффективность селекционно-племенной работы с отечественными породами крупного рогатого скота при использовании чистопородного разведения и скрещивания // Молочнохозяйственный вестник. 2015. № 2 (18). С. 29–34. EDN TXLNJJ.
9. Позднякова В. Ф., Гусева Т. Ю., Оленчук Е. Н. Применение кормовых добавок в период раздоя коров голштинской породы // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 2 (58). С. 64–69. DOI 10.35694/YARCX.2022.58.2.009. EDN HXVOAW.
10. Баранова Н. С., Кирикова Т. Н., Давыдова А. С., Казаков Д. С. Организация кормопроизводства и кормления крупного рогатого скота костромской породы // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 2 (58). С. 58–63. DOI 10.35694/YARCX.2022.58.2.008. EDN RJMCTM.
11. Сельцов В. И., Молчанова Н. В., Сулима Н. Н. Влияние методов разведения на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность коров // Зоотехния. 2013. № 9. С. 2–4. ISSN 0235-2478. EDN RCLXIN.

References

1. Safina G. F., Chernov V. V., Dunin I. M. [i dr.] Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvax Rossijskoj Federacii (2022). M. : Izd-vo «FGBNU VNIIPlem», 2023. 255 s.
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, 2023. 206 s. DOI 10.12737/1900632.
3. Korolev A. A., Baranova N. S., Kazakov D. S. [i dr.] Molochnoe skotovodstvo Kostromskoj oblasti // Agrarnyj vestnik Nечernozemya. 2023. № 4 (12). S. 26–35. DOI 10.52025/2712-8679_2023_04_26. EDN TMCKZP.
4. Davydova A. S., Fedosenko E. G. Vysokoproduktivnye korovy kak biologicheskij rezerv stada // Agrarnyj vestnik Nечernozemya. 2022. № 2 (6). S. 17–21. DOI 10.52025/2712-8679_2022_02_17. EDN EYIDDG.
5. Kazakov D. S., Belokurov S. G. Faktory, vliyayushchie na produktivnoe dolgoletie korov kostromskoj porody // Strategicheskie napravleniya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa : sb. statej 73-j Vseross. (nac.) nauch.-prakt.

konf. s mezhdunarod. uchastiem. Karavaevo, 2022. S. 51–59. ISBN 978-5-93222-352-9.

6. Baranov A. V. Problemy sohraneniya bioraznoobraziya v zhivotnovodstve // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 9. S. 21–22. EDN OGBSUZ.

7. Nekrasov D. K., Kolganov A. E., Zelenovskij O. A. Neobhodimye izmeneniya selekcionnoj strategii dlya uluchsheniya razvodimogo skota i sohraneniya yaroslavskoj porody // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2020. № 1. S. 2–7. DOI 10.33943/MMS.2020.29.23.001. EDN SAVTXV.

8. Kudrin A. G., Khabarova G. V., Smirnova Yu. M. [i dr.] Effektivnost' selekcionno-plemennyj raboty s otechestvennyimi porodami krupnogo rogatogo skota pri ispol'zovanii chistoporodnogo razvedeniya i skreshchivaniya // Molochnohozyajstvennyj vestnik. 2015. № 2 (18). S. 29–34. EDN TXLNJJ.

9. Pozdnyakova V. F., Guseva T. Yu., Olenchuk E. N. Primenenie kormovyh dobavok v period razdoya korov golshtinskoj porody // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 2 (58). S. 64–69. DOI 10.35694/YARCX.2022.58.2.009. EDN HXVOAW.

10. Baranova N. S., Kirikova T. N., Davydova A. S., Kazakov D. S. Organizaciya kormoproizvodstva i kormleniya krupnogo rogatogo skota kostromskoj porody // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 2 (58). S. 58–63. DOI 10.35694/YARCX.2022.58.2.008. EDN RJMCTM.

11. Sel'tsov V. I., Molchanova N. V., Sulima N. N. Vliyanie metodov razvedeniya na produktivnoe dolgoletie i pozhiznennuyu produktivnost' korov // Zootekhnika. 2013. № 9. S. 2–4. ISSN 0235-2478. EDN RCLXIN.

Сведения об авторах

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.

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.

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

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.

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.

Dmitriy 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.

Научная статья
УДК 636.082
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.014

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРВОТЁЛОК ПРИ ВНУТРИЛИНЕЙНОМ ПОДБОРЕ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мухтарова Ольга Михайловна

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
o.m.muhtarova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1207-2736

Реферат. В исследовании проанализированы особенности воспроизводства первотёлок голштинской породы, полученных при внутрилинейном подборе четырёх основных линий – В. Б. Айдиал 1013415, М. Чифтейн 95679, Р. Соверинг 198998 и П. Говернер 882933 в условиях разного климата Российской Федерации. Были исследованы более 10 тысяч первотёлок, разводимых в четырёх климатических поясах, охватывающих территорию Российской Федерации. I климатический пояс – субтропический климат (Республика Крым), II климатический пояс – умеренно-континентальный климат (Воронежская, Ленинградская, Московская области), III климатический пояс – резко-континентальный климат (Республика Башкортостан, Новосибирская, Амурская, Челябинская области) и IV климатический пояс – арктический климат (Архангельская область), «особый» климатический пояс, что также охватывает территорию нашей страны, в исследованиях не отражён, так как в него входят районы Крайнего Севера с суровым и холодным климатом, непригодным для разведения молочного скота голштинской породы. Проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что генотип оказывает влияние на некоторые воспроизводительные способности животных. Также, несмотря на использование одних и тех же линий, мы наблюдали разницу в развитии первотёлок, в зависимости от климата выращивания.

Ключевые слова: воспроизводительные качества, голштинская порода, первотёлки, межотельный период, сервис-период, коэффициент воспроизводительной способности, индекс осеменения, климатический пояс

REPRODUCTIVE FEATURES OF FIRST-CALF HEIFERS DURING INTRALINE SELECTION IN DIFFERENT CLIMATIC ZONES OF THE RUSSIAN FEDERATION

Olga M. Mukhtarova

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA by K. I. Skryabin, Moscow, Russia
o.m.muhtarova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-1207-2736

Abstract. The study analyzed the features of reproduction of first-calf heifers of the Holstein breed obtained through intraline selection of four main lines – V. B. Ideal 1013415, M. Chieftain 95679, R. Sovering 198998 and P. Governor 882933 under different climates of the Russian Federation. More than 10 thousand first-calf heifers bred in four climatic zones covering the territory of the Russian Federation were studied. The first climatic zone is subtropical climate (Republic of Crimea), the second climatic zone is temperate continental climate (Voronezh, Leningrad, Moscow regions), the third climate zone is sharply continental climate (Republic of Bashkortostan, Novosibirsk, Amur, Chelyabinsk regions) and the fourth climatic zone is Arctic climate (Arkhangelsk region), a “special” climatic zone, which also covers the territory of our country, is not reflected in the studies, since it includes regions of the Far North with a severe and cold climate unsuitable for breeding dairy cattle of the Holstein breed. The conducted studies allow us to conclude that the genotype influences some reproductive abilities of animals. Also, despite the use of the same lines, we observed difference in the development of first-calf heifers depending on the growing climate.

Keywords: reproductive qualities, Holstein breed, first-calf heifers, calving interval, service period, reproductive ability rate, insemination index, climatic zone

Введение. Селекционно-племенная работа с голштинским скотом в Российской Федерации, безусловно, направлена на постоянное повышение молочной продуктивности, но без должного внимания к воспроизводительным способностям скота, прогресс невозможен [1]. Многие авторы отмечают, что интенсивная селекция на высокий удой приводит к ухудшению воспроизводительных качеств молочного скота [2], вследствие чего снижается продуктивное долголетие коров – во многих хозяйствах возраст производственного использования не превышает трёх лактаций [3]. Поэтому получение высокопродуктивных животных отечественной селекции с оптимальными показателями воспроизводства является актуальным. В связи с чем цель исследования – комплексная оценка воспроизводительных качеств первотёлоч голштинской породы, полученных при внутрилинейном подборе в условиях разного климата Российской Федерации.

Материал и методы исследования. В исследованиях вошли более 10 тысяч первотёлоч голштинской породы, разводимых в четырёх климатических поясах, охватывающих территорию Российской Федерации. I климатический пояс – субтропический климат (Р. Крым), II климатический пояс – умеренно-континентальный климат (Воронежская, Ленинградская, Московская области), III климатический пояс – резко-континентальный климат (Р. Башкортостан, Новосибирская, Амурская, Челябинская области) и IV климатический пояс – арктический климат (Архангельская область), «особый» климатический пояс, в ис-

следованиях не отражён, так как в него входят районы Крайнего Севера с самым суровым и холодным климатом, непригодным для разведения молочного скота голштинской породы. Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим поясам показана на рисунке 1. Использовались данные ИАС «Селэкс». Статистическую обработку полученных данных проводили на основе общепринятых методов вариационной статистики (с применением программы Microsoft Excel). Достоверность разницы сравниваемых величин определяли с помощью критерия достоверности по таблице Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Исследования показали (табл. 1), что в условиях субтропического климата РФ наименьший возраст первого отёла показали первотёлочки линии П. Говернер 882933 – 24,3 месяца, что достоверно ниже ($P \geq 0,95$) возраста первого отёла у первотёлоч линии В. Б. Айдиал 1013415 на 0,6 месяца. В условиях умеренно-континентального климата (II пояс) самые многочисленные линии – В. Б. Айдиал 1013415 и Р. Соверинг 198998 показали одинаковый возраст первого отёла – 25,7 месяца, что достоверно ($P \geq 0,999$) ниже, чем у первотёлоч линии М. Чифтейн 95679. В условиях III климатического пояса самый высокий возраст первого отёла был у тёлоч линии М. Чифтейн 95679 (26,1 месяца). А в условиях арктического климата нашей страны первотёлочки показали достаточно низкий возраст первого отёла – 23,9 месяца у животных линии В. Б. Айдиал 1013415; 24,2 месяца – у первотёлоч линии М. Чифтейн 95679; 23,5 месяца –

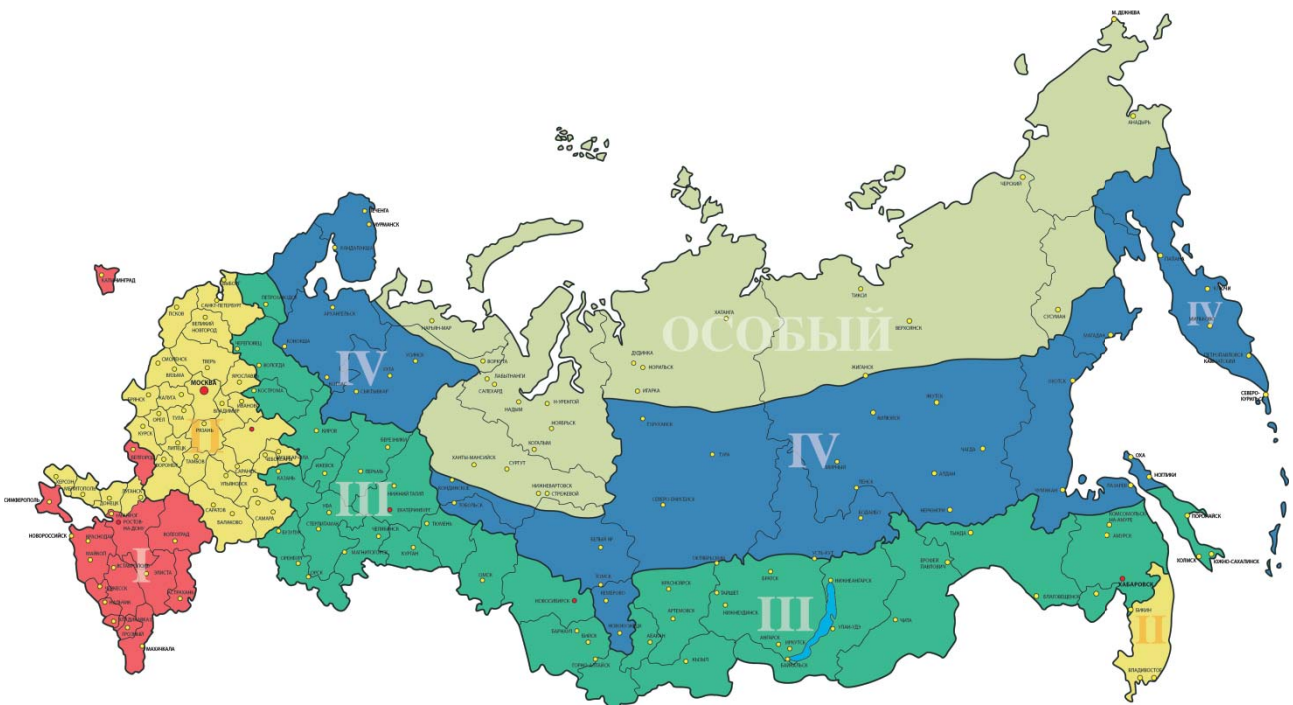


Рисунок 1 – Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим поясам

Таблица 1 – Воспроизводительные особенности первотёлок при внутрилинейном подборе в разных климатических поясах

Линия	Возраст, мес.	I пояс	II пояс	III пояс	IV пояс	В среднем
В. Б. Айдиал 1013415	n	638	2086	2050	755	5529
	Возраст 1-го отёла, мес.	24,9±0,1 ¹	25,7±0,1 ^{***2}	23,7±0,0	23,9±0,1	24,6±0,0 ³
	МОП, сут.	416,8±3,5 ⁴	419,4±2,6	387,8±2,3	377,4±2,8	405,8±1,5
	Сервис-период, сут.	145,7±3,6	144,1±2,4	110,5±1,6	98,6±1,9	127,0±1,2
	Индиференс-период, сут.	81,0±1,4	80,8±0,9	74,2±0,5	69,6±0,4	76,9±0,4
	КВС	0,9±0,0	0,9±0,0	1,0±0,0	1,0±0,0	0,9±0,0
	Индекс Дохи	47,3±0,1	46,3±0,1	50,4±0,0	51,0±0,1	48,3±0,0
	Индекс осеменения	1,5±0,0	1,4±0,0	1,6±0,0	1,4±0,0	1,5±0,0
	Стебельность, сут.	275,0±0,4	277,6±0,2	275,3±0,2	275,8±0,4	276,2±0,1
	Выход телят на 100 коров, %	87,6	87,0	94,1	96,7	90,0
М. Чифтейн 95679	n	12	78	9	19	118
	Возраст 1-го отёла, мес.	24,7±0,4	27,8±0,32	26,1±0,6	24,2±0,3	26,8±0,3 ^{***3}
	МОП, сут.	413,2±17,9 ⁴	447,4±16,0	394,1±16,4	356,9±6,4	421,6±10,7
	Сервис-период, сут.	139,5±17,2	167,2±14,4	111,6±15,0	76,6±6,3	143,8±10,0
	Индиференс-период, сут.	94,1±9,6	82,9±4,9	76,0±2,9	61,1±2,0	80,0±3,5
	КВС	0,9±0,0	0,9±0,0	0,9±0,0	1,0±0,0	0,9±0,0
	Индекс Дохи	47,8±0,4	42,4±0,3	47,6±0,6	52,0±0,3	45,1±0,3
	Индекс осеменения	1,3±0,2	1,4±0,1	2,1±0,4	1,6±0,2	1,5±0,1
	Стебельность, сут.	277,6±1,5 ^{**5}	278,1±1,1 ^{*6}	276,7±1,9	279,7±1,2 ^{*7}	278,2±0,8
	Выход телят на 100 коров, %	88,3	81,6	92,6	102,3	86,6
Р. Соверинг 198998	n	191	1430	1975	861	4457
	Возраст 1-го отёла, мес.	24,6±0,1	25,7±0,1 ^{***2}	23,6±0,0	23,5±0,1	24,3±0,0 ³
	МОП, сут.	414,2±7,5 ⁴	425,5±3,5	384,5±1,9	370,4±2,5	399,2±1,7
	Сервис-период, сут.	137,5±6,9	149,0±3,0	107,2±1,5	96,6±1,7	120,0±1,3
	Индиференс-период, сут.	77,7±1,9	83,2±1,1	73,8±0,6	70,0±0,4	76,3±0,4
	КВС	0,9±0,0	0,9±0,0	1,0±0,0	1,0±0,0	0,9±0,0
	Индекс Дохи	47,8±0,1	46,0±0,1	50,9±0,1	51,8±0,1	49,1±0,0
	Индекс осеменения	1,6±0,1	1,4±0,0	1,6±0,0	1,4±0,0	1,5±0,0
	Стебельность, сут.	275,2±0,6	276,6±0,3	273,0±0,6	271,4±0,5	274,9±0,2
	Выход телят на 100 коров, %	88,1	85,8	95,0	98,5	91,4
П. Говернер 882933	n	42	36	35	32	145
	Возраст 1-го отёла, мес.	24,3±0,3 ^{*1}	26,4±0,6	23,7±0,3	24,1±0,2	24,6±0,2 ³
	МОП, сут.	374,8±12,6 ^{*4}	425,5±22,6	392,4±19,0	389,3±15,6	418,1±21,2
	Сервис-период, сут.	129,9±17,6	157,9±19,2	112,2±13,6	102,8±3,3	143,9±14,9
	Индиференс-период, сут.	78,0±3,3	107,1±7,6	73,4±4,4	73,2±0,9	85,3±3,3
	КВС	1,0±0,0	0,9±0,0	1,0±0,0	1,0±0,0	0,9±0,0
	Индекс Дохи	50,7±0,3	45,3±0,6	50,1±0,3	50,0±0,2	47,5±0,2
	Индекс осеменения	1,9±0,2	1,6±0,2	1,1±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1
	Стебельность, сут.	271,2±1,6 ⁵	274,7±1,1 ⁶	275,2±1,2	272,4±2,8 ⁷	273,3±0,9
	Выход телят на 100 коров, %	97,4	85,8	93,0	93,8	87,3

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$; *** – $P \geq 0,999$. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – обозначение достоверности между линиями внутри одного климатического пояса. Значения с одинаковой цифрой в верхнем индексе достоверно отличаются друг от друга.

у животных линии Р. Соверинг 198998 и 24,1 месяца – у представителей линии П. Говернер 882933. При этом, если оценивать линии в целом, то животные линий В. Б. Айдиал 1013415 и П. Говернер 882933 отелились в первый раз в возрасте 24,6 месяца, линии Р. Соверинг 198998 примерно в этом же возрасте – 24,3 месяца, а вот представительницы линии М. Чифтейн 95679 показали самый высокий возраст первого отёла – 26,8 месяца, что достоверно ($P \geq 0,999$) выше, чем данный показатель у первотёлок других линий.

По продолжительности межотельного периода наименьшие показатели ($P \geq 0,95$) в условиях I климатического пояса у первотёлок линии П. Говернер 882933 – 374,8 суток, что, безусловно, сказалось и на проценте выхода телят – 97,4%. У всех остальных животных в данных климатических условиях межотельный период составил 413–418 суток, что дало 88% выхода телят на 100 коров.

Сервис-период является важнейшим показателем эффективности воспроизводства [4]. Продолжительность данного периода – маркер воспроизводительной функции стада [5], поэтому изучение данного показателя для комплексной оценки стад по воспроизводительным особенностям является важным [6]. Мы наблюдаем интересную закономерность – во всех изучаемых линиях наименьшая продолжительность сервис-периода оказалась в условиях арктического климата, в IV климатическом поясе РФ. Так, у животных линии В. Б. Айдиал 1013415 он составил всего 98,6 суток, а в субтропическом климате I климатического пояса – 145,7 суток. У коров линии М. Чифтейн 95679 – 76,6 суток в суровом арктическом климате и 167,2 – в умеренно-континентальном климате II пояса. Такая же тенденция наблюдается у животных других генотипов. Мы связываем это с тем, что, как показали предыдущие наши исследования [7], в условиях холодного климата животные быстрее набирают живую массу, крупнее и имеют более высокую упитанность, что подтверждает правило Бергмана – наиболее крупными являются

те животные, что растут в условиях более холодного климата [8]. И, как известно, половая охота у коров с меньшим баллом упитанности наступает позже, так как половой цикл протекает медленнее. Это подтверждает и продолжительность индифференс-периода в различных климатических условиях.

При этом внутри одного климатического пояса животные разных линий показали разную продолжительность сервис-периода, но разница почти всегда оказалась недостоверной. Так, в условиях I климатического пояса наименьший период от отёла до плодотворного осеменения у коров линии П. Говернер 882933 – 129,9 суток против 145,7 суток у коров линии В. Б. Айдиал 1013415. Во втором климатическом поясе, напротив, самый низкий показатель у коров линии В. Б. Айдиал 1013415 – 144,1 суток.

Продолжительность стельности – более стабильный показатель, но, тем не менее, в I климатическом поясе у коров линии М. Чифтейн 95679 стельность на 6,4 суток была длиннее по сравнению с животными линии П. Говернер 882933 (277,6 против 271,2 суток, $P \geq 0,99$). В условиях второго и четвёртого климатических поясов тенденция сохранилась – у коров линии М. Чифтейн 95679 стельность продолжительнее по сравнению с животными линии П. Говернер 882933 ($P \geq 0,95$).

Выводы. Анализ воспроизводительных особенностей первотёлок разных линий выявил существенные различия по некоторым показателям. Проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что принадлежность к линии оказывает влияние на некоторые воспроизводительные способности животных. Также, несмотря на используемые, одни и те же линии и генотипы, мы наблюдали разницу в развитии первотёлок в зависимости от климата выращивания. В условиях сурового арктического климата животные голштинской породы показали низкий возраст первого отёла, короткий межотельный период, сервис-период, приближенный к зоотехническим стандартам, высокий индекс плодовитости и низкий индекс осеменения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мысик А. Т., Тимошенко Ю. И., Мухтарова О. М. [и др.] Состояние и развитие животноводства на современном этапе // Зоотехния. 2023. № 10. С. 2–7. DOI 10.25708/ZT.2023.55.76.001. EDN GSICIS.
2. Гусева Т. А., Шишкина Т. В. Адаптационные качества черно-пестрого скота различного экогенеза в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2020. С. 123–162. EDN SYXONE.
3. Карамаев С. В., Валитов Х. З., Бакаева Л. Н., Китаев Е. А. Продуктивное долголетие коров в зависимости от породной принадлежности // Зоотехния. 2009. № 5. С. 16–19. ISSN 0235-2478.
4. Перфилов А. А., Баймишев Х. Б., Пристяжнюк О. Н., Едренин Н. Н. Репродуктивные и продуктивные качества первотёлок, полученных от коров в условиях интенсивной технологии // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1. С. 5–9. ISSN 1997-3225.

5. Тамарова Р. В., Ермишин А. С. Реализация родительского потенциала продуктивности коровами-первотёлками голштинской породы в АО «племзавод Ярославка» // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 1 (57). С. 19–24. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.003.
6. Зубкова Л. И., Жерносенко А. В. Продуктивные и воспроизводительные качества коров ярославской и их помесей с голштинской породой // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 1 (49). С. 36–40. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.008.
7. Мухтарова О. М. Рост и развитие телок при разных вариантах подбора в различных климатических поясах Российской Федерации // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 6 (132). С. 103. DOI 10.23670/IRJ.2023.132.46. EDN FVBWKW.
8. Bergmann C. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Vandenhoeck und Ruprecht. 1848. 116 p.

References

1. Mysik A. T., Timoshenko Yu. I., Mukhtarova O. M. [i dr.] Sostoyanie i razvitie zhivotnovodstva na sovremennom etape // Zootekhniya. 2023. № 10. S. 2–7. DOI 10.25708/ZT.2023.55.76.001. EDN GSICIS.
2. Guseva T. A., Shishkina T. V. Adaptacionnye kachestva cherno-pestrogo skota razlichnogo ekogeneza v usloviyah lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ya // Problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo proizvodstva. Penza : Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. S. 123–162. EDN SYXONE.
3. Karamaev S. V., Valitov Kh. Z., Bakaeva L. N., Kitaev E. A. Produktivnoe dolgoletie korov v zavisimosti ot porodnoj prinadlezhnosti // Zootekhniya. 2009. № 5. S. 16–19. ISSN 0235-2478.
4. Perfilov A. A., Bajmishiev Kh. B., Pristyazhnyuk O. N., Edrenin N. N. Reprodukivnyye i produktivnyye kachestva pervotelok, poluchennyh ot korov v usloviyah intensivnoj tekhnologii // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2009. № 1. S. 5–9. ISSN 1997-3225.
5. Tamarova R. V., Ermishin A. S. Realizaciya roditel'skogo potentsiala produktivnosti korovami-pervotyolkami golshtinskoj porody v AO «plemzavod YARoslavka» // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 1 (57). S. 19–24. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.003.
6. Zubkova L. I., Zhernosenko A. V. Produktivnyye i vosproizvoditel'nyye kachestva korov yarovskoj i ih pomesej s golshtinskoj porodoj // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2020. № 1 (49). S. 36–40. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.008.
7. Mukhtarova O. M. Rost i razvitie telok pri raznyh variantah podbora v razlichnyh klimaticheskikh poayah Rossijskoj Federacii // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2023. № 6 (132). С. 103. DOI 10.23670/IRJ.2023.132.46. EDN FVBWKW.
8. Bergmann C. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Vandenhoeck und Ruprecht. 1848. 116 p.

Сведения об авторе

Ольга Михайловна Мухтарова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 8679-3768.

Information about the author

Olga M. Mukhtarova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Genetics and Animal Breeding named after V. F. Krasoty, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 8679-3768.

Научная статья
УДК 636.082.25
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.015

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ СВЯЗИ МЕЖДУ ПРОДУКТИВНЫМИ ПРИЗНАКАМИ КОРОВ-ДОЧЕРЕЙ И КОРОВ-МАТЕРЕЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТИ

Гаянэ Владимировна Мкртчян¹, Фердаус Рафаиловна Бакай²

^{1, 2}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
¹Milan1011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3686-0139
²Bakai55@mail.ru

Реферат. Представлен материал по изучению связи между основными показателями молочной продуктивности у коров разных генераций. Установлено, что в группах с разным уровнем белковомолочности коэффициенты корреляции между удоём коров-дочерей и коров-матерей имеют разную величину. Связь между содержанием массовой доли жира у коров-дочерей и коров-матерей, а также между содержанием белка в тех же парах оказалась различной по направлению, получены отрицательные и положительные коэффициенты корреляций низких значений у коров разного происхождения в группах с разным уровнем белковомолочности.

Ключевые слова: удой, массовая доля жира и белка, генерация, корреляция

THE NATURE OF CHANGE IN THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC TRAITS OF DAUGHTER COWS AND MOTHER COWS WITH DIFFERENT LEVEL OF PROTEIN MILKING QUALITY

Gayane V. Mkrтчyan¹, Ferdaus R. Bakay²

^{1, 2}Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia
¹Milan1011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3686-0139
²Bakai55@mail.ru

Abstract. A material on the study of the relationship between the main indicators of milk producing ability in cows of different generations is presented. It was established that in groups with different level of protein milking quality the correlation coefficients between the yield of daughter cows and mother cows have different values. The relationship between the content of the mass fraction of fat in daughter cows and mother cows, as well as between the protein content in the same pairs, turned out to be different in direction, negative and positive correlation coefficients of low values were obtained in cows of different origin in groups with different levels of protein milking quality.

Keywords: yield, mass fraction of fat and protein, generation, correlation

Введение. Современная селекция позволила в разных регионах Российской Федерации получить популяции голштинизированного высокопродуктивного молочного скота. Селекция на повышение удоёв увенчалась успехом, и она приобретает большое практическое значение [1; 2; 3; 4]. В Московской области в разных хозяйствах получены высокопродуктивные стада, удоёв отдельных коров превышает по полновозрастной лактации 9000–10000 кг. Однако такая селекция встречает трудности, так как причины различной жирномолочности коров и закономерности её изменчивости не ясны [5; 6; 7; 8]. Не изучена сама природа жирномолочности у голштинизированного молочного скота и закономерности изменения содержания массовой доли жира с повышением удоёв. Публикуемые материалы исследований разных авторов противоречивы. В одном все согласны, что при высоких удоёв массовая доля жира снижается. У коров, как отмечают авторы, наблюдается

различный характер изменения массовой доли жира, и связывали они это с возрастом коров, условиями содержания и кормления и, безусловно, с породными особенностями. Однако каждое животное имеет свой генетический потенциал, который следует рассматривать и связывать с происхождением. В настоящих исследованиях поставлена цель – изучить связь величины удоя, массовой доли жира в молоке, при разном уровне белково-молочности. Данные исследования актуальны, так как исследования, проведённые разными учёными в прошлом, имели отношение к породам с продуктивностью не выше 5000 кг молока с массовой долей жира не более 3,5%, тогда как современный молочный скот отличается высоким содержанием массовой доли жира и массовой долей белка в молоке.

Методика исследования. Для оценки связи между хозяйственно-ценными признаками у коров разных генераций в ООО «АПК «Вохринка» Московской области была сделана выборка коров голштинской породы. Далее были сформированы группы по содержанию белка в молоке по принципу – от меньшего к большому. В первую группу были отнесены коровы с низким содержанием белка в молоке за первую лактацию (2,62–3,06%). Вторая отличалась несколько большим содержанием массовой доли белка в молоке – 3,07–3,30%. Третья группа коров содержала массовую долю белка в молоке 3,31–3,54%. У коров четвёртой группы белкомолочность была наиболее высокой (3,55–4,0%). Сравнивали корреляции признаков у коров дочерей и матерей. При распределении коров-дочерей матери коров попадали в ту же группу. Для расчётов селекционно-генетических параметров изучаемых групп коров использовали данные племенного учёта и стандартные компьютерные программы. При статистическом анализе и генетико-популяционной характеристике пользовались руководствами А. В. Бакай, И. И. Кочиш и др. (2006) [6].

Результаты исследований. Положительная корреляция между удоем дочерей и матерей по первой лактации (табл. 1) находилась в пределах от $r = 0,16$ в первой группе и до $r = 0,41$ – в четвёртой группе. Известно, что сочетание удоев и массовой доли жира изменяется не только с возрастом, но и в разные периоды лактации зависит и от времени года и уровня кормления, обусловлено это различной изменчивостью признаков. Связь может иметь как положительное направление, так и отрицательный вектор, корреляция между признаками может и отсутствовать. Другое значение связи приобретает в группах между массовой долей жира у дочерей и матерей.

Значения положительной связи колеблются от ничтожно низких значений в третьей группе до

$r = 0,18$ – у коров первой группы. Рассматривая характер связи между содержанием жира в группах с низким содержанием белка, выявлено, что значения её практически равны корреляции между удоем дочерей и матерей по первой лактации ($r = 0,16$). По первой лактации в разных группах связь между содержанием белка имела крайне низкие значения. В четвёртой группе связь отрицательная, значения её малы.

По второй лактации мы отмечаем снижение значений корреляций по удою во всех группах коров, независимо от содержания белка. В четвёртой группе связь снижается до $r = 0,29$, значения её положительные. По массовой доле жира выявлена положительная корреляция, которая достоверно выше, чем показатели связи по первой лактации. В первой группе связь составила $r = 0,23$, значения низкие, но они положительные. Увеличение величины коэффициента корреляции выявлено в третьей группе. Во второй и четвёртой группах связь осталась на прежнем уровне. Данное наблюдение подтверждает мнение тех селекционеров, которые считают, что среди животных существуют определённые типы. Так, первый тип – те коровы, у которых наблюдается повышение удоя с повышением массовой доли жира в молоке; второй тип коров способен сохранять жирность молока на одном уровне; третий тип – те коровы, у которых с повышением удоев жирность уменьшается; четвёртый тип – коровы, у которых с понижением удоев жирность молока повышается. Наглядным примером являются коровы четвёртой группы – при высоком содержании белка снижается корреляция между массовой долей жира у коров разных генераций. Связь между содержанием белка остаётся низкой, и её значения не меняются.

По третьей лактации значения корреляций остаются равными первой лактации между удоем матерей и их дочерей. У коров третьей группы связь между содержанием массовой долей белка в молоке у коров дочерей и их матерей неоднозначная, коэффициенты корреляций от низких положительных величин переходят в отрицательные. Четвёртая группа характеризуется увеличением связи по массовой доле жира до $r = -0,12$. Изучая этот вопрос, мы пришли к выводу, что разный характер изменения связи между удоем дочерей и матерей, между содержанием жира в молоке дочерей и матерей и массовой долей белка в разных группах нельзя объяснить различной зависимостью этих признаков. У нас возникает больше оснований считать, что указанные корреляции выражают относительную самостоятельность изменчивости этих признаков и свободное их комбинирование на основе вероятности. Однако в данных исследованиях мы не исключали влияние происхождения на величину

Таблица 1 – Связь показателей молочной продуктивности дочерей и матерей за ряд лактаций в зависимости от содержания массовой доли белка в молоке дочерей ($\bar{X} \pm S_x$)

Группа коров-дочерей с разным содержанием белка в молоке	n	1 лактация, дочери-матери				2 лактация, дочери-матери				3 лактация, дочери-матери						
		Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
2,62–3,06%	110	0,16	0,18	0,07	0,13	0,12	0,06	0,23	-0,07	0,14	0,03	0,20	0,10	0,15	0,07	0,12
3,07–3,30%	226	0,25	0,01	0,13	0,13	0,28	0,17	0,02	0,06	0,09	0,20	0,20	0,09	0,21	0,07	0,16
3,31–3,54%	248	0,26	0,05	0,07	0,19	0,24	0,19	0,15	0,10	0,14	0,14	0,26	0,05	-0,02	0,17	0,23
3,55–4,00%	101	0,41	0,10	-0,03	0,35	0,40	0,29	0,12	0,07	0,11	0,21	0,41	0,16	-0,12	0,35	0,35

связи между признаками. Установлено, что в первой группе, где массовая доля белка была низкой, 60 коров принадлежали к линии Рефлекшн Соверинг 198998, у коров этой линии корреляция между удоём дочерей-матерей составила $r = 0,14$, у коров линии Вис Бэк Айдиал $r = 0,16$ в этой же группе. Связь между содержанием массовой доли жира у дочерей и матерей разная по своему направлению. Так, у коров линии Вис Бэк Айдиал 1013415 она положительная и составила $r = 0,37$. Тогда как у коров линии Рефлекшн Соверинг 198998 коэффициент корреляции имел низкие отрицательные значения $r = -0,08$. В этой же линии связь по массовой доле белка у коров разных генераций составила $r = 0,24$. У коров линии Монвик Чифтейн 95679 её практически нет ($r = -0,07$). По второй и третьей лактации связь отдельных признаков в генерациях дочь-мать ослабевает, в других случаях увеличивается или принимает отрицательные значения. Во второй и третьей группе у коров разного происхождения в генерациях мать-дочь коэффициенты корреляций варьируют, что свидетельствует об отсутствии

закономерной связи. Аналогичная картина получена и у коров четвёртой группы. Мы можем констатировать, что далеко не у всех коров содержание жира и белка в молоке может изменяться параллельно. У одних животных с повышенным содержанием массовой доли жира содержание белка становится ниже, у других при повышении белка в молоке жирность невысокая.

Выводы. Таким образом, рассмотренные материалы свидетельствуют о том, что корреляция между удоём, массовой долей жира и белка в молоке у коров разных генераций могут изменяться независимо друг от друга. Но максимальное развитие одного из этих признаков может ограничить увеличение других признаков и влиять на их характер взаимосвязи. Определённые сочетания высоких удоёв с массовой долей жира и белка присущи отдельным быкам. Учитывая это, можно дифференцировать селекцию отдельных линий, подбирать к ним коров с заведомо известными показателями, и при таком решении возможно у одних повышать удоёв и белкомолочность, у других увеличивать массовую долю жира.

Список источников

1. Абрамова Н. И., Хромова О. Л. Корреляционные связи хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 2 (42). С. 8–19. DOI 10.52231/2225-4269_2021_2_8. EDN WNZNRC.
2. Астахова Н. И., Барымова О. П. Величина корреляции между показателями молочной продуктивности у коров разных типов жирномолочности // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы III Международ. науч.-практ. конф., посвященной 72-летию Курской ГСХА (Курск, 15 мая 2023 г.). Курск : Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова, 2023. Ч. 2. С. 86–90. EDN BXOUJY.

3. Лепёхина Т. В., Бакай Ф. Р., Кривикова А. Н. Наследуемость показателей молочной продуктивности у коров голштинской породы разных линий за первую лактацию // Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения (Москва, 01 апреля 2021 г.). М. : ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2021. Ч. 1. С. 161–163. EDN XSEEZJ.
4. Мкртчян Г. В., Бакай Ф. Р. Корреляция между показателями количественных и качественных признаков молочной продуктивности голштинской породы с разным уровнем белка в молоке // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 90–96. DOI 10.35694/YARCX. 2023.61.1.011. EDN LINAJE.
5. Бакай А. В., Мишин Ю. М., Мкртчян Г. В. Молочная продуктивность коров при разных вариантах // Проблемы увеличения производства продуктов животноводства и пути их решения : материалы междунаро. науч.-практ. конф. Сер. «Научные труды ВИЖа» (Дубровицы, 21–23 октября 2008 г.). Подольск : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста, 2008. С. 59–60. EDN VQRZAP.
6. Бакай А. В., Кочиш И. И., Скрипниченко Г. Г. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков // Генетика. М. : Колос С, 2006. С. 176–227.
7. Лепёхина Т. В., Бакай Ф. Р. Молочная продуктивность коров голштинской породы // Инновационная наука. 2022. № 3-1. С. 15–18. ISSN 2410-6070.
8. Кривикова А. Н., Федосеева Н. А., Мехтиева К. С. Взаимосвязь между признаками молочной продуктивности у коров-первотелок разного происхождения // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : сб. тр. 2-й Науч.-практ. конф. (Москва, 23 июня 2023 г.) / под общ. ред. С. В. Полябина, Л. А. Гнездиловой. М. : Сельскохозяйственные технологии, 2023. С. 289–290. EDN MICABB.
9. Троценко И. В., Иванова И. П. Взаимосвязи между признаками продуктивности у молочного скота // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3 (180). С. 93–100. DOI 10.36718/1819-4036-2022-3-93-100. EDN KFDKWO.
10. Shendakova T. A., Shendakov A. I., Bakhtin B. E. General and specific questions assessing the genetic determination and pleiotropic effects of genes in populations of dairy cattle // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 3 (63). P. 176–187. DOI 10.18551/rjoas.2017-03.22. EDN YSQPZ.

References

1. Abramova N. I., Khromova O. L. Korrelyacionnye svyazi hozyajstvenno-poleznykh priznakov krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porody // Molochnohozyajstvennyj vestnik. 2021. № 2 (42). S. 8–19. DOI 10.52231/2225-4269_2021_2_8. EDN WZNRC.
2. Astakhova N. I., Barymova O. P. Velichina korrelyatsii mezhdu pokazatelyami molochnoj produktivnosti u korov raznykh tipov zhivnomolochnosti // Rol' agrarnoy nauki v ustojchivom razvitii APK : materialy III Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 72-letiyu Kurskoj GSKHA (Kursk, 15 maya 2023 g.). Kursk : Kurskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. I. Ivanova, 2023. CH. 2. S. 86–90. EDN BXOUJY.
3. Lepekhina T. V., Bakaj F. R., Krovikova A. N. Nasleduemost' pokazatelej molochnoj produktivnosti u korov golshtinskoj porody raznykh linij za pervuyu laktatsiyu // Aktual'nye voprosy biologii, biotekhnologii, veterinarii, zootekhnii, tovarovedeniya i pererabotki syr'ya zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya (Moskva, 01 aprelya 2021 g.). M. : FGBOU VO «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K. I. Skryabina», 2021. CH. 1. S. 161–163. EDN XSEEZJ.
4. Mkrтчян G. V., Bakaj F. R. Korrelyatsiya mezhdu pokazatelyami kolichestvennykh i kachestvennykh priznakov molochnoj produktivnosti golshtinskoj porody s raznym urovnem belka v moloke // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 1 (61). S. 90–96. DOI 10.35694/YARCX. 2023.61.1.011. EDN LINAJE.
5. Bakaj A. V., Mishin Yu. M., Mkrтчян G. V. Molochnaya produktivnost' korov pri raznykh variantah // Problemy uvelicheniya proizvodstva produktov zhivotnovodstva i puti ih resheniya : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. Ser. «Nauchnye trudy VIZHa» (Dubrovicy, 21–23 oktyabrya 2008 g.). Podol'sk : Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zhivotnovodstva imeni akademika L. K. Ernsta, 2008. S. 59–60. EDN VQRZAP.
6. Bakaj A. V., Kochish I. I., Skripnichenko G. G. Biometricheskie metody analiza kachestvennykh i kolichestvennykh priznakov // Genetika. M. : Kolos S, 2006. S. 176–227.
7. Lepekhina T. V., Bakaj F. R. Molochnaya produktivnost' korov golshtinskoj porody // Innovatsionnaya nauka. 2022. № 3-1. S. 15–18. ISSN 2410-6070.
8. Krovikova A. N., Fedoseeva N. A., Mekhtieva K. S. Vzaimosvyaz' mezhdu priznakami molochnoj produktivnosti u korov-pervotelok raznogo proiskhozhdeniya // Aktual'nye problemy veterinarnoy mediciny, zootekhnii, biotekhnologii i ekspertizy syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya : sb. tr. 2-j Nauch.-prakt. konf. (Moskva, 23 iyunya 2023 g.) / pod obshch. red. S. V. Pozyabina, L. A. Gnezdilovoj. M. : Sel'skohozyajstvennyye tekhnologii, 2023. S. 289–290. EDN MICABB.

9. Trotsenko I. V., Ivanova I. P. Vzaimosvyazi mezhdu priznakami produktivnosti u molochного skota // Vestnik KrasGAU. 2022. № 3 (180). S. 93–100. DOI 10.36718/1819-4036-2022-3-93-100. EDN KFDKWQ.

10. Shendakova T. A., Shendakov A. I., Bakhtin B. E. General and specific questions assessing the genetic determination and pleiotropic effects of genes in populations of dairy cattle // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 3 (63). P. 176–187. DOI 10.18551/rjoas.2017-03.22. EDN YSQPZ.

Сведения об авторах

Гаянэ Владимировна Мкртчян – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spn-код: 4866-6893.

Фердаус Рафаиловна Бакай – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spn-код: 3036-9117.

Information about the authors

Gayane V. Mkrтчyan – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Genetics and Animal Breeding named after V. F. Krasota, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin”, spin-code: 4866-6893.

Ferdaus R. Bakay – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Genetics and Animal Breeding named after V. F. Krasota, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA MVA by K. I. Skryabin”, spin-code: 3036-9117.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО «ЯРОСЛАВСКИЙ ГАУ» В 2023 ГОДУ ВЫШЛА
МОНОГРАФИЯ**

Е.А. ГОРНИЧ, И.С. ТКАЧЕВА, М.К. ЧУГРЕЕВ

**РЕСУРСЫ СРЕДНЕРУССКИХ ПЧЕЛ
НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ**

Мониторинг биологических и морфологических признаков *Apis mellifera mellifera* L. на севере ареала – важный аспект в деле сохранения среднерусских пчел на территории РФ. В монографии приведены результаты биоморфологической оценки современных медоносных пчел в северной части Нечернозёмной зоны РФ посредством экспресс-теста. Разработана и реализована схема чистопородного разведения среднерусских пчел с использованием инбридинга на основе критически малого количества исходного племенного материала. Разработан и внедрён метод стабилизации желаемой генетической основы среднерусских пчел. Создана научно-практическая основа для функционирования пчеловодного хозяйства в режиме племрепродуктора.

УДК 638.145.3; ББК 46.91; ISBN 978-5-98914-272-9; 160 СТР.

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

**Характер изменения связи между продуктивными признаками коров-дочерей
и коров-матерей с разным уровнем белковомолочности**

Научная статья
УДК 631.365.22
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.016

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТВЕРСТИЙ В ЦИЛИНДРАХ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ РОТОРНОЙ СУШИЛКИ

Владимир Анатольевич Николаев

Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия
nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612

Реферат. Большие финансовые затраты на сушку обусловлены как дороговизной сушильно-сортировальных комплексов, так и ограниченным периодом их эксплуатации в течение года. Чтобы использовать сушилку в течение всего года, она должна быть универсальной, то есть качественно сушить без существенной переналадки все материалы и изделия сельскохозяйственного и подсобного производства. Конструкция предлагаемой полуавтоматической универсальной роторной сушилки существенно отличается от сушилок, используемых в настоящее время, поэтому необходима разработка теории загрузки, выгрузки и сушки различных материалов, в частности зерна. Эффективность сушки зависит от многих факторов, в частности, от размеров внешних цилиндров и внутренних цилиндров, между которыми находится зерно при сушке, и параметров отверстий в них. Максимальная толщина слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром желательна, но ограничена конструктивной компоновкой агрегата и требованием неотпотевания зерна при его сушке, поэтому диаметры внешних цилиндров и внутренних цилиндров получены, исходя из этих требований. Максимальная совокупная площадь отверстий внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра, при их определённом диаметре, ограничена требованием прочности конструкции. При ограниченных размерах и количестве отверстий внутреннего цилиндра эффективность сушки зависит от скорости потока агента сушки через эти отверстия, которая должна быть максимальной, но меньше критической. Полученная совокупная площадь отверстий внутреннего цилиндра позволит определить объём потока подогретого воздуха в секунду, создаваемого вентилятором предварительной продувки, и потока агента сушки, создаваемого теплопроизводящим агрегатом.

Ключевые слова: универсальная полуавтоматическая роторная сушилка, зерно, сушка зерна, внешний цилиндр, внутренний цилиндр, параметры отверстий

DETERMINATION OF THE HOLE PARAMETERS IN THE CYLINDERS OF THE SEMI-AUTOMATIC ROTARY DRYER

Vladimir A. Nikolaev

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia
nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612

Abstract. Large financial costs for drying are due to both the high cost of drying and sorting complexes and the limited period of their operation during the year. To use the dryer throughout the year, it must be universal, that is, it must dry all materials and products of agricultural and subsidiary production without significant readjustment. The design of the proposed semi-automatic universal rotary dryer is significantly different from the currently used dryers so it is necessary to develop a theory of loading, unloading and drying of various materials, in particular grain. The drying efficiency depends on many factors, in particular the dimensions of the outer cylinders and inner cylinders between which the grain is located during drying, and the parameters of the holes in them. The maximum thickness of the grain layer between the outer cylinder and the inner cylinder is desirable, but is limited by the design arrangement of the unit and the requirement that the grain is not sweated when dried, so the diameters of the outer cylinders and the inner cylinders are obtained based on these requirements. The maximum total area of the holes of the outer cylinder and the inner cylinder with their certain diameter is limited by the requirement of structural strength. With the limited size and number of holes of the inner cylinder the drying efficiency depends on the rate of flow of the drying agent through these holes, which should be maximum but less than critical. The obtained total area of the holes of the inner cylinder will make it possible to determine the volume of the heated air flow per second created by pre-purging fan and the drying agent flow created by the heat-producing unit.

Keywords: universal semi-automatic rotary dryer, grain, grain drying, inner cylinder, outer cylinder, hole parameters

Введение. В условиях колебания цен на зерно для стабильного его производства большое значение имеет уменьшение финансовых издержек. Очень значимой составляющей финансовых затрат на производство зерна в условиях Нечернозёмной зоны России, особенно при повышении цены топлива, является его сушка. Как теоретические, так и конструкторские разработки многих авторов [1; 2; 3; 4; 5] нацелены на уменьшение этих финансовых издержек. Однако достичь существенного прогресса пока не удаётся. Это обусловлено как дороговизной сушильно-сортировальных комплексов, так и ограниченным периодом их эксплуатации в течение года.

Полуавтоматическая универсальная роторная сушилка [6] предназначена для сушки без существенной переналадки всех материалов и изделий сельскохозяйственного и подсобного производства. Она имеет существенные отличия от сушилок, используемых в настоящее время. Поэтому необходима разработка теории загрузки, выгрузки и сушки различных материалов, в частности зерна. Одним из важнейших элементов полуавтоматической универсальной роторной сушилки являются внешние цилиндры и внутренние цилиндры [6]. Внутри каждого перфорированного внешнего цилиндра посредством лучей внутреннего цилиндра установлен перфорированный внутренний цилиндр с конусом. 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.

Зерно в процессе загрузки [7] попадает в пространство между внутренним цилиндром и внешним цилиндром, когда они находятся сверху, то есть в первом положении [6]. Шесть внешних цилиндров с расположенными внутри них внутренними цилиндрами можно вращать как по отдельности, так и совместно. Кроме того, все цилиндры, согласно программе сушки, перемещают по окружности относительно общего центра вращения из одного положения в другое. Во втором положении зерно продувает подогретый воздух из теплообменников. Подогретый воздух поступает во внутренний цилиндр, проходит через его перфорированные стенки, пронизывает высушиваемый сыпучий материал и выходит наружу через перфорированные стенки внешнего цилиндра. В третьем, четвёртом и пятом положении его продувает агент сушки. В шестом положении охлаждающий высушиваемый материал воздушным потоком, создаваемым всасывающим вентилятором охлаждения. Засасываемый вентилятором охлаждения наружный воздух проходит через перфорированные стенки внешнего цилиндра, охлаждаемый материал, перфорированные стенки внутреннего

цилиндра и выходит в трубу. Выгрузка зерна [8; 9] происходит в первом положении внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра.

Методика. Ранее были определены параметры выгрузки и загрузки зерна в универсальную полуавтоматическую роторную сушилку [7; 8; 9; 10]. Для увеличения пропускной способности сушилки, при прочих равных условиях, желательно увеличение толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром. Однако максимальная толщина слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром не может быть слишком большой, так как при прохождении потока подогретого воздуха или агента сушки от внутреннего цилиндра к внешнему цилиндру зерно, расположенное близко к внешнему цилиндру, будет отпотевать. Это связано с уменьшением скорости потока воздуха или агента сушки. Поэтому диаметр внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра ограничен не только конструктивной компоновкой агрегата, но и требованием неотпотевания зерна при его сушке. Из этого условия и конструктивной компоновки [6] универсальной полуавтоматической роторной сушилки получены оптимальные базовые размеры:

- 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.

Рабочая длина внутреннего цилиндра 6 метров. Поэтому площадь развёртки внутренней стенки внутреннего цилиндра:

$$S_{pвц} = \pi \cdot 0,5 \cdot 6 = 9,42 \text{ м}^2.$$

Построим элемент развёртки внутренней стенки внутреннего цилиндра 100×100 мм (рис. 1).

Примем отверстие в виде шестигранной соты, вписанной в окружность диаметром 2 мм. Площадь отверстия $S_o = 2,6 \text{ мм}^2$. Для соблюдения прочности внутреннего цилиндра расстояние между стенками отверстий примем 1 мм. Тогда в двух рядах будет 73 отверстия. Количество рядов – 21. Количество отверстий в элементе развёртки внутренней стенки внутреннего цилиндра 100×100 мм 1533 шт. Их площадь:

$$S_{o100 \times 100} = 1533 \cdot 2,6 = 3986 \text{ мм}^2 = 0,003986 \text{ м}^2.$$

Общая площадь отверстий во внутреннем цилиндре:

$$S_{oвц} = S_{o100 \times 100} \frac{S_{pвц}}{0,01},$$

$$S_{oвц} = 0,003986 \frac{9,42}{0,01} = 3,7548 \text{ м}^2.$$

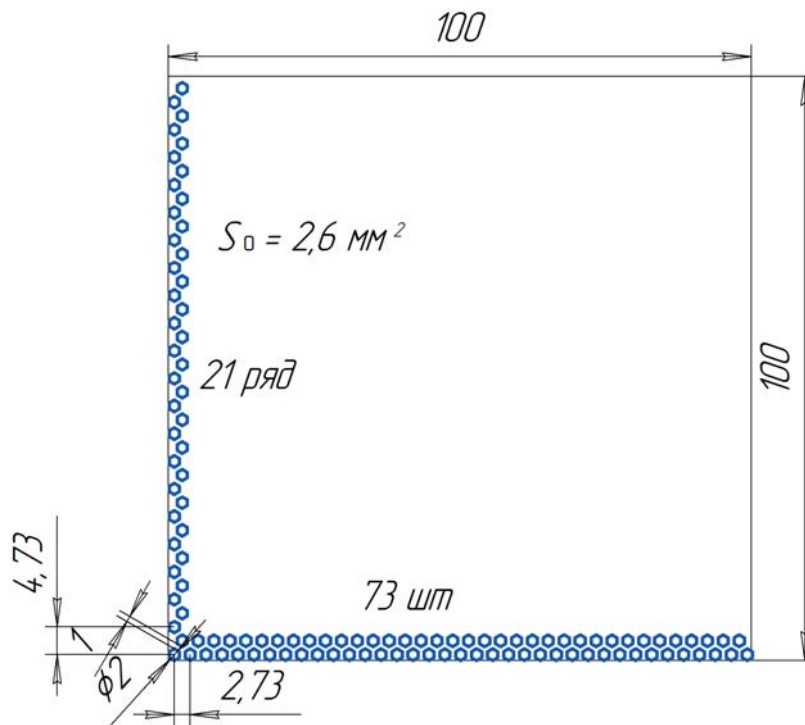


Рисунок 1 – К определению площади отверстий во внутреннем цилиндре

Пусть отверстия внешнего цилиндра также будут в виде шестигранной соты, вписанной в окружность диаметром 2 мм. Площадь отверстий в элементе развёртки внутренней стенки внешнего цилиндра также $S_{o\ 100 \times 100} = 0,003986 \text{ м}^2$. Диаметр внутренней стенки внешнего цилиндра 1354 мм. Рабочая длина внешнего цилиндра 6 метров. Поэтому площадь развёртки внутренней стенки внешнего цилиндра:

$$S_{p\ \text{внеш ц}} = 3,14 \cdot 1,354 \cdot 6 \approx 25,5 \text{ м}^2.$$

Общая площадь отверстий во внешнем цилиндре:

$$S_{o\ \text{внеш ц}} = S_{o\ 100 \times 100} \frac{S_{p\ \text{внеш ц}}}{0,01};$$

$$S_{o\ \text{в ц}} = 0,003986 \frac{25,5}{0,01} = 10,168 \text{ м}^2.$$

Эффективность сушки зависит от температуры подогретого воздуха или агента сушки и скорости его потока в высушиваемом материале. Однако температура агента сушки строго ограничена. Скорость потока агента сушки зависит от производительности по потоку теплопроизводящего агрегата и соответствующей совокупной площади отверстий. То есть совокупная площадь отверстий определяет производительность по потоку теплопроизводящего агрегата. Так как общая площадь отверстий во внутреннем цилиндре существенно меньше общей площади отверстий во внешнем цилиндре, эффективность сушки зависит от скорости потока агента сушки через отверстия внутреннего цилиндра. Она должна быть максимальной, но меньше критической. Зерновки, расположенные на

внутреннем цилиндре, не должны фонтанировать при прохождении агента сушки через отверстия внутреннего цилиндра. Однако слой зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром не является постоянным. Диаметр внутренней стенки внешнего цилиндра 1354 мм. Диаметр наружной стенки внутреннего цилиндра 536 мм. Следовательно, максимальная толщина слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром 409 мм. Наименьшая толщина слоя зерна перед прогревом 225 мм [7], когда внешний цилиндр и внутренний цилиндр во втором положении. В процессе сушки объём зерна уменьшается, следовательно, уменьшается наименьшая толщина слоя зерна в пространстве между внешним цилиндром и внутренним цилиндром. Скорость прохождения потока агента сушки через отверстия во внешнем цилиндре будет зависеть от наименьшей толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром (рис. 2).

Общепринято [11], что сопротивление среды пропорционально квадрату скорости. Отсюда скорость потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра должна быть пропорциональна корню квадратному из сопротивления среды. Но сопротивление среды будет иметь сложную зависимость от толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром и других факторов. Там, где толщина слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром 409 мм, примем условно скорость потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра равной 1.

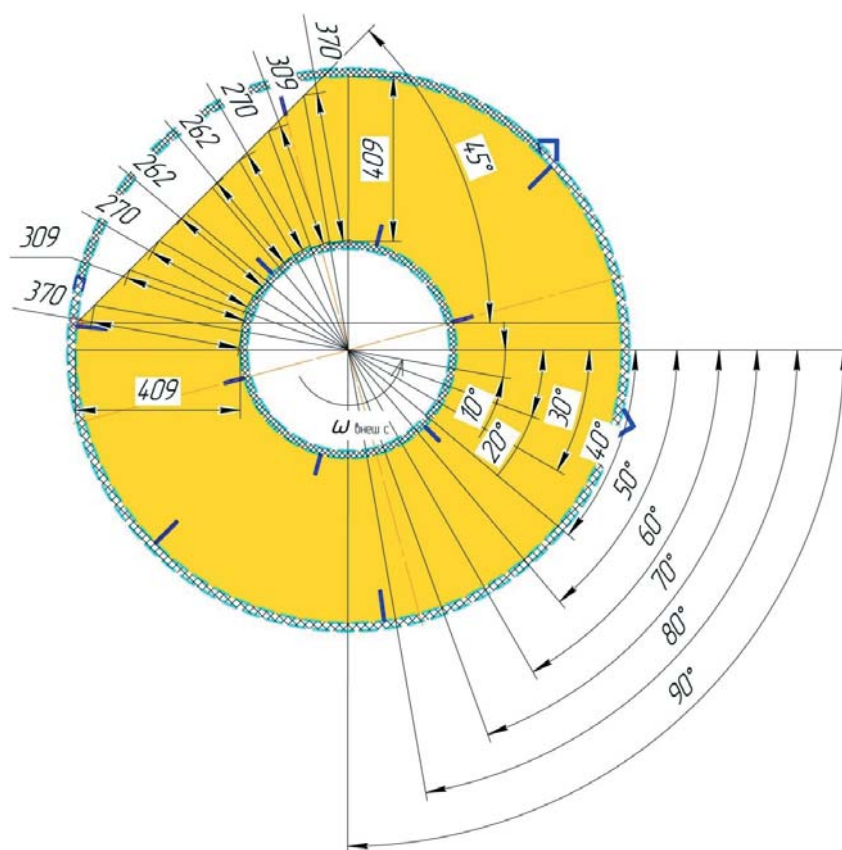


Рисунок 2 – К определению толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром

Результаты. Расчёт скорости потока воздуха или агента сушки через отверстия внутреннего цилиндра представлен в таблице 1.

Зависимости скорости потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра от толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром показаны на рисунке 3 в двух вариантах:

а) скорость потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра обратно пропорциональна

корню квадратному от толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром;

б) скорость потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра обратно пропорциональна толщине слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром.

Фактическая скорость потока воздуха в зерне зависит от многих факторов. Она будет находиться между кривыми, показанными на рисунке 3.

Таблица 1 – Зависимость скорости потока воздуха от толщины слоя зерна после загрузки

Угол, град	Толщина слоя зерна, мм	Величина, обратная толщине, 1/мм	Скорость потока воздуха (вариант а), м/с	Скорость потока воздуха (вариант б), м/с
0	409	0,002445	1	1
10	370	0,002703	1,105405	1,051
20	309	0,003236	1,323625	1,15
30	270	0,003704	1,514815	1,23
40	262	0,003817	1,561069	1,25
45	255	0,003922	1,603922	1,265
50	262	0,003817	1,561069	1,25
60	270	0,003704	1,514815	1,23
70	309	0,003236	1,323625	1,15
80	370	0,002703	1,105405	1,051
90	409	0,002445	1	1

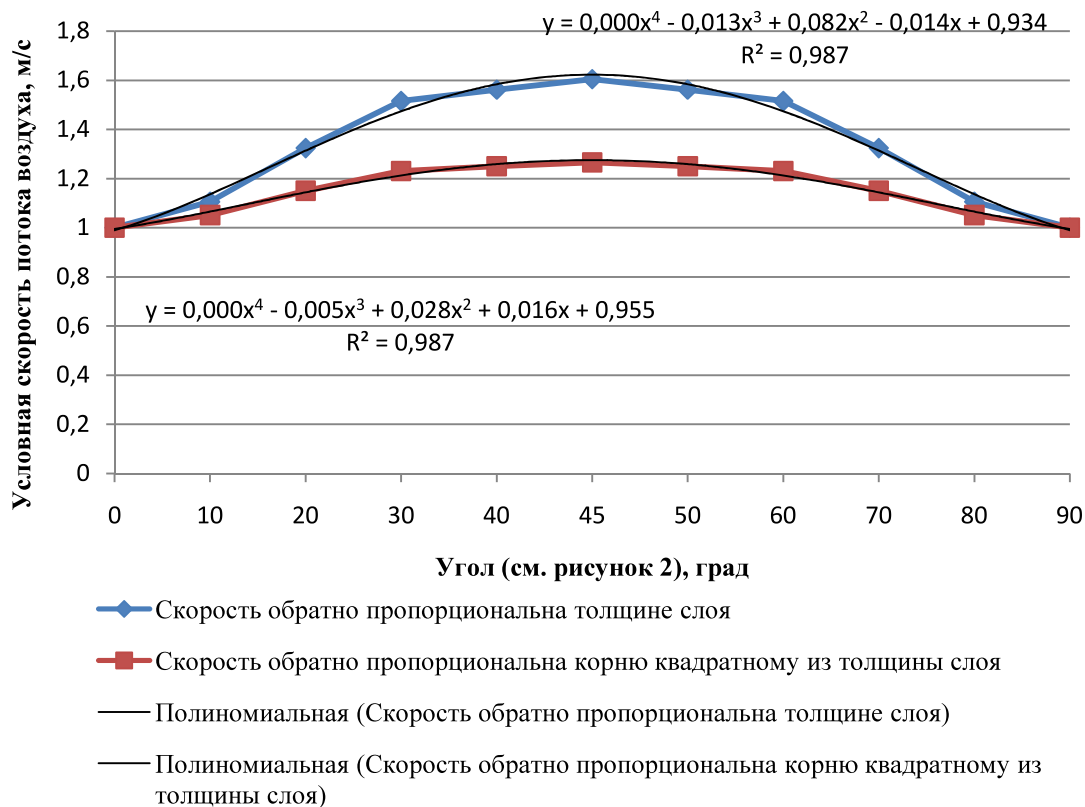


Рисунок 3 – Зависимости скорости потока воздуха через отверстия внутреннего цилиндра от толщины слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром

Выводы.

1. Максимальная толщина слоя зерна между внешним цилиндром и внутренним цилиндром желательна, но ограничена конструктивной компоновкой агрегата и требованием неотпотевания зерна при его сушке, поэтому диаметры внешних цилиндров и внутренних цилиндров получены, исходя из этих требований. Максимальная совокупная площадь отверстий внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра, при их определённом диаметре, ограничена требованием прочности конструкции.

2. При ограниченных размерах и количестве отверстий внутреннего цилиндра эффективность сушки зависит от скорости потока агента сушки через эти отверстия, которая должна быть максимальной, но меньше критической. Полученная совокупная площадь отверстий внутреннего цилиндра и заданная критическая скорость потока воздуха или агента сушки позволит определить объём потока подогретого воздуха в секунду, создаваемого вентилятором предварительной продувки, и потока агента сушки, создаваемого теплопроизводящим агрегатом.

Список источников

1. Голубкович А. В., Павлов С. А., Марин Р. А. [и др.] 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. [и др.] Сушка зерна с переменным теплоподводом в колонковой зерносушилке // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 12. С. 24–25. ISSN 0321-4443.
3. Цугленок В. Н., 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 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; опублик. 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.
10. Николаев В. А. Необходимый момент для вращения внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра с зерном при его сушке в универсальной полуавтоматической роторной сушилке // Вестник АПК Верхневожья. 2023. № 3 (63). С. 91–97. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.012.
11. Кленин Н. И., Киселев С. Н., Левшин А. Г. Сельскохозяйственные машины. М. : КолосС, 2008. 815 с. ISBN 978-5-9532-0455-2.

References

1. Golubkovich A. V., Pavlov S. A., Marin R. A. [i dr.] Sushka zerna s ispol'zovaniem topok na tverdom toplive // Traktory i sel'hozmashiny. 2017. № 6. С. 9–15. ISSN 0321-4443.
2. Elizarov V. P., Pavlov S. A., Marin R. A. [i dr.] Sushka zerna s peremennym teplopodvodom v kolonkovoj zernosushilke // Traktory i sel'hozmashiny. 2015. № 12. С. 24–25. ISSN 0321-4443.
3. Tsuglenok V. N., Manasyan S. K., Konusov N. N. Funkcional'noe opisaniye processa sushki zerna // Vestnik KrasGAU. 2005. № 8. С. 217–221. ISSN 1819-4036.
4. Aliakberov I. I., Galiullin Sh. R. K teplovomu raschetu zernosushilok barabannogo tipa // Vestnik Kazanskogo agrarnogo universiteta. 2009. Т. 4, № 4 (14). С. 144–149. ISSN 2073-0462.
5. Altukhova T. A., Altukhov S. V., Shukhanov S. N. Modernizaciya sushilki zernistykh materialov // Traktory i sel'hozmashiny. 2022. Т. 89, № 2. С. 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 poluavtomaticheskoy rotornoj sushilki // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2022. № 3 (59). С. 88–94. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.012.
8. Nikolaev V. A. Vygruzka zerna iz universal'noj poluavtomaticheskoy rotornoj sushilki // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2022. № 4 (60). С. 100–105. DOI 10.35694/YARCX.2022.60.4.012.
9. Nikolaev V.A. Vremya vygruzki i zagruzki zerna v universal'nyyu poluavtomaticheskuyu rotornuyu sushilku // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2023. № 2 (62). С. 89–93. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.014.
10. Nikolaev V. A. Neobhodimyj moment dlya vrashcheniya vneshnego cilindra i vnutrennego cilindra s zernom pri ego sushke v universal'noj poluavtomaticheskoy rotornoj sushilke // Vestnik APK Verhnevozh'ya. 2023. № 3 (63). С. 91–97. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.012.
11. Klenin N. I., Kiselev S. N., Levshin A. G. Sel'skohozyajstvennyye mashiny. М. : KolosS, 2008. 815 s. ISBN 978-5-9532-0455-2.

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, 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.

Научная статья
 УДК 63:639.3.03
 doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.017

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТА С ИКРОЙ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА В АППАРАТЕ ВЕЙСА ПРИ НАЛОЖЕНИИ НА КОЛБУ С ЭЛЕКТРОДАМИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

**Владимир Викторович Шмигель¹, Вера Витальевна Жолудева²,
 Анна Дмитриевна Кутина³**

^{1, 2, 3}Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия

¹volod49@mail.ru

²zholudeva@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659

³kutina@yarcx.ru

Реферат. В данной статье представлены результаты проведённого эксперимента с икрой ленского осетра в аппарате Вейса при наложении на колбу с электродами электростатического поля. Для нахождения оптимального режима работы аппарата для инкубации икры ленского осетра с использованием электростатического поля авторы применили математические методы планирования эксперимента, поскольку математико-статистическое моделирование позволяет значительно повысить производительность труда за счёт значительного сокращения числа опытов. В качестве параметра оптимизации Y был выбран показатель технологической эффективности процесса и выделены три фактора, оказывающие основное влияние на процесс. Для описания исследуемой области поверхности отклика Y построены математические модели, под которыми подразумеваются уравнения, связывающие параметр оптимизации Y с входными факторами X_i . Проведённый корреляционно-регрессионный анализ позволил оптимизировать режим работы аппарата Вейса, используемого для инкубации икры ленского осетра. Построенные уравнения парной и множественной регрессии можно использовать для планирования и прогнозирования результатов эксперимента.

Ключевые слова: математическое планирование эксперимента, планы Хартли, икра ленского осетра, математическая модель, электростатическое поле

MATHEMATICAL PLANNING AND PROCESSING OF AN EXPERIMENT WITH LENA STURGEON CAVIAR IN A WEISS APPARATUS WHEN APPLIED TO A FLASK WITH ELECTROSTATIC FIELD ELECTRODES

Vladimir V. Shmigel¹, Vera V. Zholudeva², Anna D. Kutina³

^{1, 2, 3}Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

¹volod49@mail.ru

²zholudeva@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659

³kutina@yarcx.ru

Abstract. This article presents the results of an experiment with Lena sturgeon caviar in a Weiss apparatus when applied to a flask with electrostatic field electrodes. To find the optimal operating mode of the apparatus for incubating Lena sturgeon caviar using an electrostatic field the authors applied mathematical methods of experiment planning, since mathematical and statistical modeling allows to significantly increase labor productivity due to a significant reduction in the number of experiments. The technological process efficiency indicator was selected as the optimization parameter Y and three factors were identified that had a main effect on the process. To describe area under investigation of the response surface Y , mathematical models are constructed which means equations that relate the optimization parameter Y to the input factors X_i . The correlation and regression analysis carried out made it possible to optimize the operating mode of the Weiss apparatus used for incubation of Lena sturgeon caviar. The constructed two-dimensional and multiple regression equations can be used to plan and predict the results of an experiment.

Keywords: mathematical planning of the experiment, Hartley's plans, Lena sturgeon caviar, mathematical model, electrostatic field

Введение. В настоящее время влияние электростатического поля на биологические объекты как животного, так и растительного типа достаточно неплохо исследовано экспериментально. Следует отметить, что исследование механизма взаимодействия электромагнитных полей с различными биологическими объектами невозможно без точной информации о распределении этих полей внутри объекта, поскольку этот механизм непосредственно связан как с величиной, так и ориентацией электрической и магнитной составляющих поля. Для инкубации икры ленского осетра с использованием электростатического поля можно применить аппарат Вейса. Существуют различные методы оптимизации его работы. Математические методы планирования эксперимента позволяют значительно повысить производительность труда при исследовании за счёт значительного сокращения числа опытов, а стало быть, времени и средств на них [1].

Методика. Для предсказания направления, в котором величина параметра оптимизации Y увеличивается быстрее, чем в любом другом направлении, и для описания исследуемой области поверхности отклика требуется математическая модель, под которой подразумевается уравнение, связывающее параметр оптимизации Y с входными факторами X_i .

Функция отклика $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ представляется в виде полинома второй степени [2]:

$$Y = b_0 + \sum_1^k b_i X_i + \sum_{i,j}^k b_{ij} X_i X_j + \sum_1^k b_{ii} X_i^2, \quad (1)$$

где b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты регрессии, по величине которых можно судить о степени влияния соответствующих факторов; k – число независимых переменных (факторов).

Чтобы оценить все коэффициенты квадратичной модели, надо иметь план, в котором каждая переменная варьирует хотя бы на трёх разных условиях. Кроме того, план должен удовлетворять определённому критерию оптимальности. Исходя из практических соображений, следует использовать такие планы, которые требуют наименьших затрат на реализацию эксперимента. Поскольку затраты на эксперимент пропорциональны числу опытов N , естественно выбрать планы, в которых N не сильно превышает число определяемых констант.

В работе использованы планы Хартли, требующие меньшего числа опытов, чем планы Бокса [3].

Метод построения этих планов сводится к использованию наименьшей возможной регулярной реплики от полного факторного эксперимента в качестве «ядра» композиционной схемы. При этом единственное требование, предъявляемое к этим планам, состоит в том, чтобы в такой реплике не

коррелировали между собой только двухфакторные взаимодействия.

Другая особенность планов Хартли состоит в том, что повторные опыты ставятся только в дополнительных (звёздных) точках. При этом повторные опыты рассматриваются как самостоятельные. В ядре плана тоже могут ставиться повторные опыты, но они не считаются самостоятельными.

Для того чтобы компенсировать влияние систематических ошибок, причиной которых могли быть случайные колебания напряжения в электросети, температуры и влажности воздуха в помещении, опыты рандомизировали по времени, из-за чего порядок опытов в эксперименте принимали случайным (с использованием таблицы случайных чисел).

Постановка параллельных опытов не даёт полностью совпадающих результатов, так как существует ошибка опыта. Для этого опыты повторяли несколько раз, и затем брали среднее арифметическое y^- всех n отдельных результатов.

Наличие отклонения результатов любого опыта от среднего арифметического свидетельствует об изменчивости, которую измеряли дисперсией S^2 .

Для определения грубых ошибок использовали критерий Стьюдента:

$$\frac{y - \bar{y}}{S} \geq t. \quad (2)$$

Значение t брали из таблицы t -распределений для принятого уровня значимости (0,05). Опыт считали бракованным, если экспериментальное значение t по модулю было больше табличного. Для вычисления y и S использовали данные наблюдений без резко отличающихся величин.

Для нахождения дисперсии параметра оптимизации необходимо проверить однородность дисперсии всех отдельных опытов. Однородность дисперсии проверяли с помощью критерия Кохрена [3], представляющего собой отношение максимальной дисперсии к сумме всех дисперсий:

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{n=1}^N S_n^2}. \quad (3)$$

Дисперсии считали однородными, если экспериментальное значение критерия Кохрена не превышало табличного.

После получения результатов опыта и расчёта дисперсии параметра оптимизации вычисляли коэффициенты регрессии модели. Затем находили F -критерий (критерий Фишера), который сравнивали с табличными значениями.

Если расчётное значение не превышало табличного, то с соответствующей доверительной вероятностью модель считали адекватной.

С целью поиска максимального значения параметра оптимизации y в исследованной области проводили предварительный анализ уравнения регрессии. После анализа коэффициентов при параметрах некоторые параметры фиксировали на краю исследуемой области, и искали значения остальных, подставляя принятые значения зафиксированных параметров. Затем, приравняв к нулю частные производные по остальным параметрам, получали системы уравнений, решение которых позволило найти параметры, обеспечивающие наибольший Y в исследованной области.

Используя действительные значения полученных параметров, проводили проверочный технологический эксперимент с повторностью (до трёх опытов). Сложность эксперимента заключалась в том, что одна повторность опыта с икрой стоит 10 тыс. рублей.

Качество работы аппарата Вейса, в зависимости от обработки икры в электростатическом поле, оценивается рядом критериев: производственной эффективностью, экономической эффективностью, технологической эффективностью [4; 5]. На

наш взгляд, в данном случае более целесообразно брать за критерий технологическую эффективность [6; 7; 8; 9]:

$$Y = W_1 \frac{\phi_{20} - \phi_{21}}{\phi_{20}}, \quad (4)$$

где ϕ_{21} – содержание икры с сапролегнией в первой фракции (обработанной электростатическим полем), шт.; ϕ_{20} – содержание икры с сапролегнией в исходном материале, шт.; W_1 – выход икры без сапролегнии, шт.

По результатам предварительных опытов были выбраны три фактора, оказывающие основное влияние на процесс: X_1 – потенциал электрода (30, 35, 40 кВ); X_2 – скорость потока воды в аппарате Вейса (10, 30, 50 л/с); X_3 – направление потока воды (прямо вверх, по обеим стенкам вверх, по одной стенке вверх, градусы).

По А. Н. Лисенкову [3] для планирования трёхфакторного эксперимента наименьшее число опытов по плану Хартли равно 11.

Уровни и интервалы варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные уровни и интервалы варьирования факторов на аппарате Вейса

Факторы и их обозначение / уровни	X_1 (U, кВ)	X_2 ($V_{пр}$, м/с)	X_3 ($H_{пр}$, градусы)
Нижний (-1)	30	10	75 в одну сторону
Нулевой (0)	35	30	90
Верхний (+1)	40	50	75 в обе стороны
Интервал варьирования	5	20	15
Звёздные точки	52,5	45	135

Результаты. Проведённый эксперимент позволил реализовать матрицу плана Хартли (табл. 2).

Для определения степени влияния каждого факторного признака на результативный признак был проведён корреляционно-регрессионный ана-

Таблица 2 – Матрица планирования при поиске оптимальных условий работы аппарата Вейса при наложенном электростатическом поле

Обозначение факторов / № п.п.	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3
1	+1(40)	0,8	+1(50)	0,5	+1(75 обе)	0,85
2	-1(30)	0,65	+1(50)	0,5	-1(75 одну)	0,7
3	+1(40)	0,8	-1(10)	0,3	+1(75 обе)	0,85
4	-1(30)	0,65	-1(10)	0,3	+1(75 обе)	0,85
5	+1(40)	0,8	-1(10)	0,3	-1(75 одну)	0,7
6	-1,5(-52,5)	0,8	0(30)	0,6	0(90)	0,6
7	+1,5(52,5)	0,6	0(30)	0,6	0(90)	0,6
8	0(35)	0,7	-1,5(-45)	0,62	0(90)	0,6
9	0(35)	0,7	+1,5(+45)	0,62	0(90)	0,6
10	0(35)	0,7	0(30)	0,6	-1,5(-135)	0,5
11	0(35)	0,7	0(30)	0,6	+1,5(+135)	0,5

лиз. Расчёт выполнен средствами MS Excel [10]. Прежде всего, были построены три однофакторные регрессионные модели.

1. Изучение взаимосвязи между X_1 (потенциал электрода) и Y (технологическая эффективность процесса), таблица 3.

Таким образом, установлена сильная прямая связь между исследуемыми факторами. Следова-

тельно, чем выше потенциал электрода, тем выше технологическая эффективность процесса.

Зависимость результирующего показателя от выбранного фактора аппроксимировали линейно и получили регрессионную модель (рис. 1).

$$Y = 0,429651 + 0,008112X_1.$$

Кроме линейной регрессионной модели был построен полином третьей степени $Y = -0,00004x^3$

Таблица 3 – Корреляционная матрица

	Y	X_1
Y	1	
X_1	0,898333	1

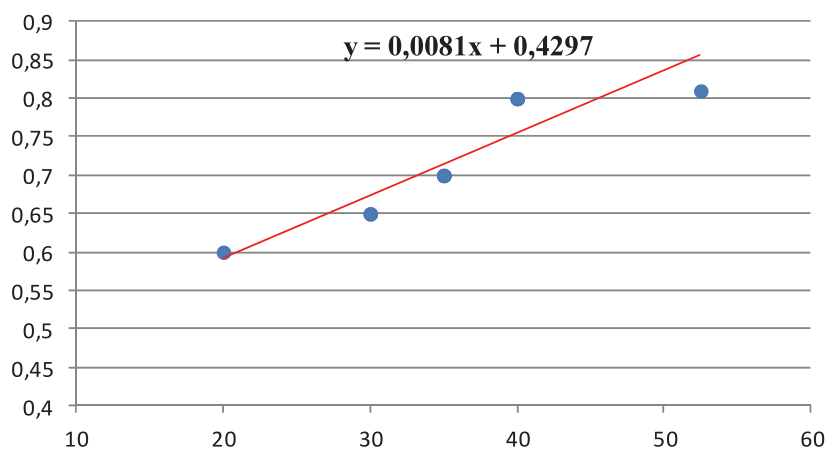


Рисунок 1 – График линейной регрессионной модели между Y и X_1

+ $0,004x^2 - 0,1265x + 1,8219$, который, на наш взгляд, наиболее точно и адекватно описывает зависимость исследуемых факторов X_1 (потенциал электрода) и Y (технологическая эффективность процесса), рисунок 2.

2. Изучение взаимосвязи между X_2 (скорость потока воды) и Y (технологическая эффективность процесса), таблица 4.

Установлена сильная прямая связь между исследуемыми факторами, следовательно, чем выше

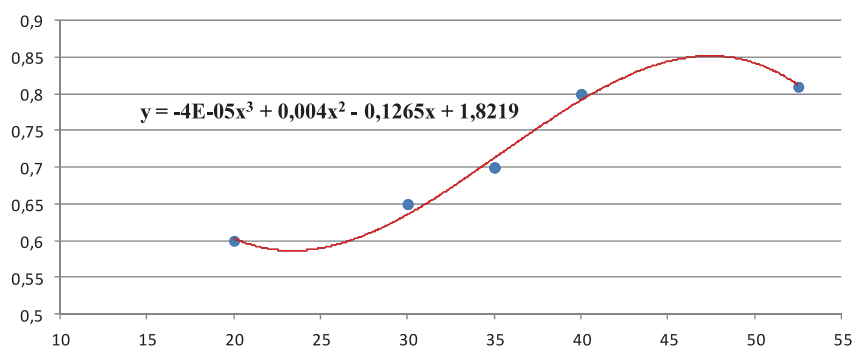


Рисунок 2 – График полиномиальной зависимости между Y и X_1 .

Таблица 4 – Корреляционная матрица

	Y	X_2
Y	1	
X_2	0,725273	1

скорость потока воды в аппарате Вейса, тем выше технологическая эффективность процесса.

Зависимость результирующего показателя от выбранного фактора аппроксимировали линейно (рис. 3) и получили линейную регрессионную модель:

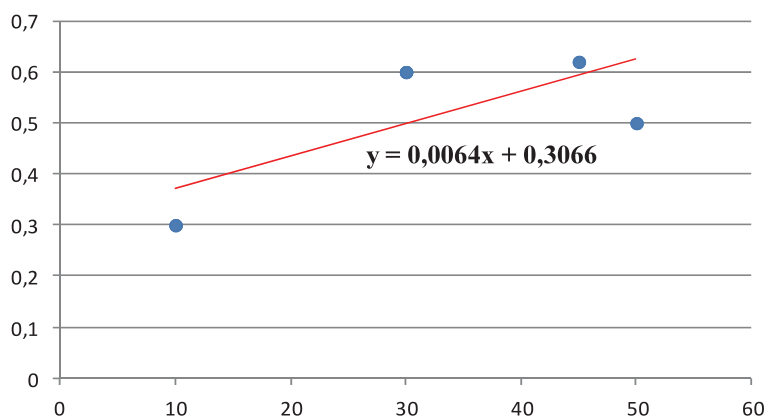


Рисунок 3 – График линейной регрессии между Y и X₂

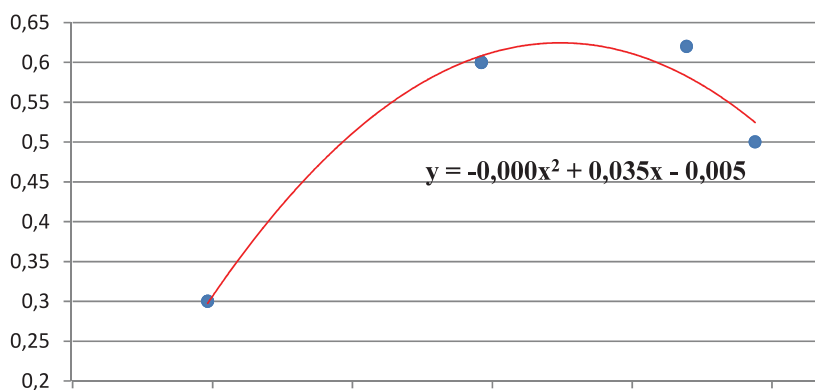


Рисунок 4 – График параболической регрессии между Y и X₂

3. Изучение взаимосвязи между X₃ (направление потока воды) и Y (технологическая эффективность процесса), таблица 5.

Между исследуемыми факторами установлена умеренная прямая связь, то есть направление потока воды оказывает достаточное влияние на технологическую эффективность процесса.

Зависимость результирующего показателя от выбранного фактора аппроксимировали линейно (рис. 5) и получили регрессионную модель:

$$Y = 0,687923 + 0,033816X_3.$$

Полученный коэффициент корреляции позволяет сделать вывод, что линейная модель не является лучшей. На наш взгляд, наиболее точным и адекватным является полином четвертой степени (рис. 6):

$$Y = -0,0967x^4 - 0,05x^3 + 0,2842x^2 + 0,1125x + 0,6.$$

Мы считаем, также представляет интерес проведение множественного корреляционно-регрес-

$$Y = 0,306555 + 0,006376X_2.$$

Визуально проведенный анализ позволил построить параболическую модель (полином второй степени, рис. 4) взаимосвязи между X₂ (скорость потока воды) и Y (технологическая эффективность процесса): $Y = -0,0005x^2 + 0,0352x - 0,0054$.

сионного анализа для изучения взаимодействия между парами факторных признаков и результирующим фактором.

4. Изучение взаимосвязи между X₁ и X₂ и результирующим фактором Y, таблица 6.

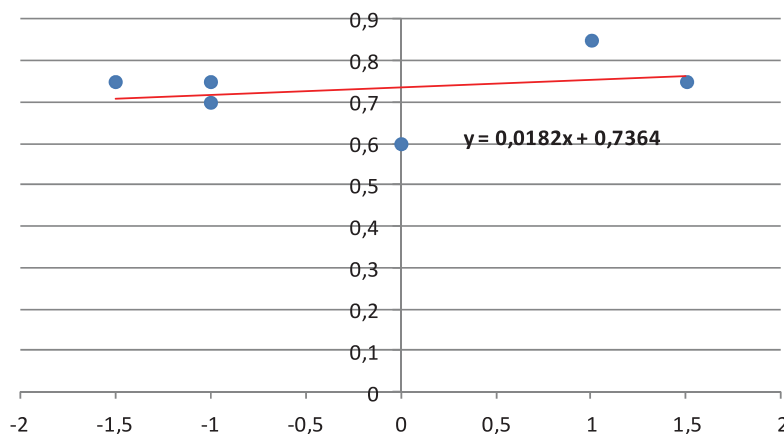
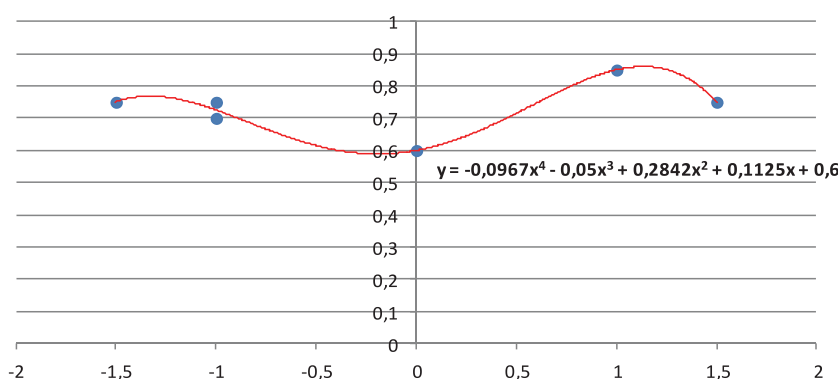
Анализ корреляционной матрицы позволяет сделать вывод, что установлена умеренная связь между результирующим признаком Y (технологическая эффективность процесса) и факторными признаками. Множественный коэффициент корреляции равен 0,853121, что свидетельствует о сильной связи между результирующим фактором и признаками, влияющими на него. Коэффициент детерминации – 0,728, то есть практически на 73% выделенные факторные признаки X₁ и X₂ оказывают влияние на Y – технологическую эффективность процесса.

Построим уравнение множественной регрессии (рис. 7):

$$Y = 0,0898 + 0,01005x_1 + 0,00476x_2.$$

Таблица 5 – Корреляционная матрица

	Y	X ₃
Y	1	
X ₃	0,651263	1

Рисунок 5 – График линейной регрессии между Y и X₃Рисунок 6 – График полиномиальной регрессии между Y и X₃Таблица 6 – Корреляционная матрица зависимости Y и X₁, X₂

	Y	X ₁	X ₂
Y	1		
X ₁	0,605989	1	
X ₂	0,546989	-0,08473	1

5. Изучение взаимосвязи между X₁ и X₃ и результативным фактором Y, таблица 7.

Анализ корреляционной матрицы позволяет сделать вывод, что установлена сильная связь между результативным признаком Y (технологическая эффективность процесса) и факторными признаками X₁ (потенциал электрода) и X₃ (направление потока воды). Множественный коэффициент корреляции равен 0,647944, что свидетельствует о близкой к сильной связи между результативным фактором и признаками, влияющими на него.

Коэффициент детерминации – 0,419831, то есть только на 42% выделенные факторные признаки X₁ и X₃ оказывают влияние на Y – технологическую эффективность процесса.

Уравнение множественной регрессии (рис. 8):
 $Y = 0,350087 + 0,0085x_1 + 0,02528x_3$.

6. Изучение взаимосвязи между X₂ и X₃ и результативным фактором Y, таблица 8.

Анализ корреляционной матрицы позволяет сделать вывод, что установлена сильная связь между результативным признаком Y (техноло-

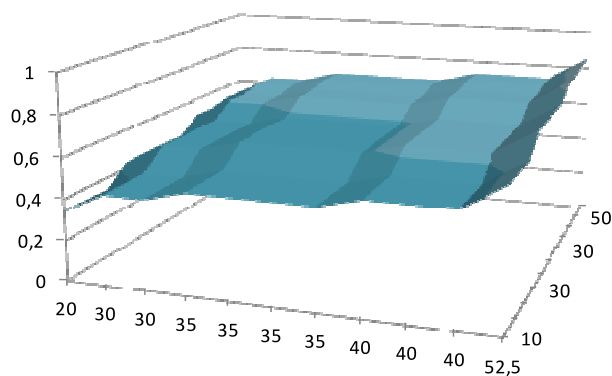


Рисунок 7 – Множественная регрессия между Y и X_1, X_2

Таблица 7 – Корреляционная матрица зависимости между Y и X_1, X_3

	Y	X_1	X_3
Y	1		
X_1	0,61798	1	
X_3	0,518107	0,58213	1

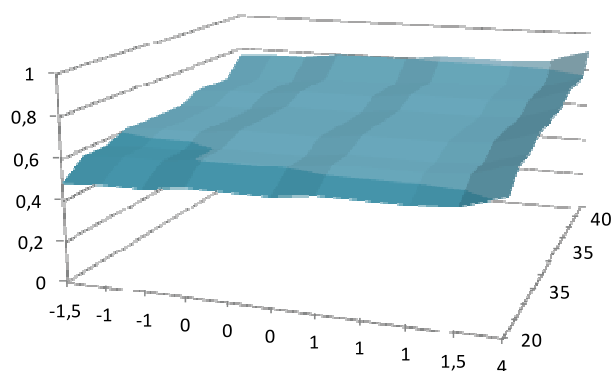


Рисунок 8 – Множественная регрессия между Y и X_1, X_3

Таблица 8 – Корреляционная матрица зависимости Y и X_2, X_3

	Y	X_2	X_3
Y	1		
X_2	0,735082	1	
X_3	0,766677	0,596918	1

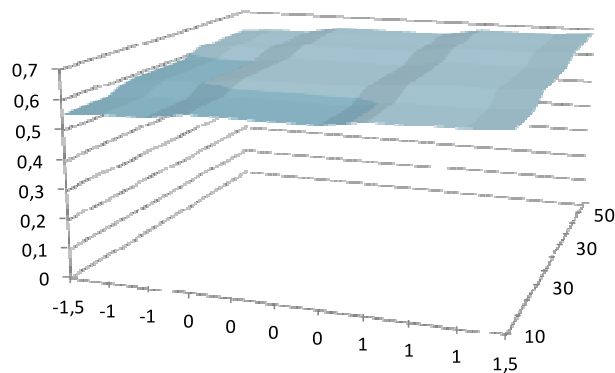


Рисунок 9 – Множественная регрессия между Y и X_2, X_3

гическая эффективность процесса) и факторными признаками X_2 (скорость потока воды в аппарате Вейса) и фактором X_3 (направление потока воды). Множественный коэффициент корреляции равен 0,841055, что свидетельствует о тесной связи между результативным фактором и признаками, влияющими на него. Коэффициент детерминации – 0,707373, то есть только на 70% выделенные факторные признаки X_2 и X_3 оказывают влияние на Y – технологическую эффективность процесса.

Построенное уравнение множественной регрессии имеет вид (рис. 9):

$$Y = 0,569563 + 0,001699x_2 + 0,021259x_3.$$

Выводы. Установлена сильная прямая корреляционная связь между технологической эффективностью процесса (результативный признак) и каждым из факторных признаков. Следовательно, оптимальный режим работы аппарата Вейса, используемого для инкубации икры ленского осетра, зависит от потенциала электродов, скорости и направления потока воды в аппарате.

Построенные уравнения парной и множественной регрессии позволяют управлять процессом, оптимизировать работу аппарата, планировать и прогнозировать результаты эксперимента.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : монография. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 1976. 280 с. EDN TOBZDM.
2. Лабораторный практикум по курсу Теоретические основы планирования экспериментальных исследований / под ред. Г. К. Круга. М. : «МЭИ», 1969. 160 с.
3. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рощин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л. : Колос, 1972. 200 с.
4. Баринаева В. В. Технологические аспекты повышения эффективности инкубации икры осетровых видов рыб : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.04.01 / ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Астрахань, 2022. 138 с.
5. Васильева Е. Г. Механизм влияния электромагнитных полей на живые организмы // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 3 (44). С. 186–191. EDN HVMUZL.
6. Мандра А. В., Пиротти Е. Л. Расчет электромагнитного импульсного поля в инкубационной емкости с икрой осетровых // The Scientific Heritage. 2020. № 46-1 (46). С. 20–24. EDN GPUPEJ.
7. Шмигель В. В., Угловский А. С., Кутина А. Д. Воздействие электростатического поля на оплодотворенную икринку осетра // Международный технико-экономический журнал. 2021. № 6. С. 48–56. DOI 10.34286/1995-4646-2021-81-6-48-56. EDN HJZCUI.
8. Пат. 2700753 Российская Федерация С1, МПК А01К 61/00(2006.01) Способ интенсивной технологии инкубации икры / В. В. Шмигель ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2018142764; заявл. 03.12.2018; опубл. 19.09.2019, Бюл. № 26. 4 с.
9. Luben R. A. Effects of low-energy electromagnetic fields (pulsed and DC) on membrane signal transduction processes in biological systems // Health Physics. 1991. Vol. 61, Is. 1. P. 15–28. DOI 10.1097/00004032-199107000-00002.
10. Швалева А. В. Методы математической статистики в технических исследованиях // Молодой ученый. 2012. № 3. С. 427–430. EDN OXPCBT.

References

1. Adler Yu. P., Markova E. V., Granovskij Yu. V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij : monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Nauka, 1976. 280 s. EDN TOBZDM.
2. Laboratornyj praktikum po kursu Teoreticheskie osnovy planirovaniya eksperimental'nyh issledovanij / pod red. G. K. Kruga. M. : «MEI», 1969. 160 s.
3. Mel'nikov S. V., Aleshkin V. R., Roshchin P. M. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah sel'skohozyajstvennyh processov. L. : Kolos, 1972. 200 s.
4. Barinova V. V. Tekhnologicheskie aspekty povysheniya effektivnosti inkubacii ikry osetrovyyh vidov ryb : dis. ... kand. s.-h. nauk : 06.04.01 / FGBOU VO «Astrahanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet». Astrahan', 2022. 138 s.
5. Vasil'eva E. G. Mekhanizm vliyaniya elektromagnitnyh polej na zhivye organizmy // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2008. № 3 (44). S. 186–191. EDN HVMUZL.
6. Mandra A. V., Pirotti E. L. Raschet elektromagnitnogo impul'snogo polya v inkubacionnoj emkosti s ikroy osetrovyyh // The Scientific Heritage. 2020. № 46-1 (46). S. 20–24. EDN GPUPEJ.
7. Shmigel' V. V., Uglovskij A. S., Kutina A. D. Vozdejstvie elektrostatičeskogo polya na oplodotvorennuyu ikrinku osetra // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomičeskij zhurnal. 2021. № 6. S. 48–56. DOI 10.34286/1995-4646-2021-81-6-48-56. EDN HJZCUI.

Математическое планирование и обработка эксперимента с икрой ленского осетра в аппарате Вейса при наложении на колбу с электродами электростатического поля

8. Pat. 2700753 Rossijskaya Federaciya S1, MPK A01K 61/00(2006.01) Sposob intensivnoj tekhnologii inkubacii ikry / V. V. Shmigel' ; patentoobladatel' FGBOU VO «Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya». № 2018142764; zayavl. 03.12.2018; opubl. 19.09.2019, Byul. № 26. 4 s.

9. Luben R. A. Effects of low-energy electromagnetic fields (pulsed and DC) on membrane signal transduction processes in biological systems // Health Physics. 1991. Vol. 61, Is. 1. P. 15–28. DOI 10.1097/00004032-199107000-00002.

10. Shvaleva A. V. Metody matematicheskoj statistiki v tekhnicheskikh issledovaniyah // Molodoj uchenyj. 2012. № 3. S. 427–430. EDN OXPCBT.

Сведения об авторах

Владимир Викторович Шмигель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 5673-4145.

Вера Витальевна Жолудева – кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2190-8887.

Анна Дмитриевна Кутина – аспирант кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», kutina@yarcx.ru.

Information about the authors

Vladimir V. Shmigel – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 5673-4145.

Vera V. Zholudeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2190-8887.

Anna D. Kutina – postgraduate student of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", kutina@yarcx.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Научная статья
УДК 681.5
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.018

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЁХКОЛЁСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ В ПАКЕТЕ SIMULINK

Артём Сергеевич Угловский¹, Наталья Юрьевна Семеренко²

^{1, 2}Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия

¹a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-5678-4786;

²semerenko@yarcx.ru

Реферат. Авторами статьи предложена модель роботизированного комплекса, которая повторяет параметры реального мобильного робота. Данная модель направлена на сбор информации о растениях в тепличных комплексах и их динамике роста. В статье приводится разработанный макет мобильного робота, описываются виды задач, которые он выполняет. Также в статье представлена имитационная модель мобильного робота, выполненная в среде Matlab/Simulink с описанием её подсистем и их взаимодействия между собой. Предложены платы управления для обработки информации по перемещению, сканированию растений и выполнению необходимых измерений. Предложенные коэффициенты по линейной и угловой скорости регулятора в представленной модели робота не дают ему отклоняться от курса движения. В имитационной модели есть возможность подключения аппаратной части – видеокамеры. С применением созданной подсистемы модели проводится сегментация изображений, определение растительности по цветовому спектру.

Ключевые слова: сегментация изображений, мобильный робот, имитационная модель, GPS-модуль, карта

COMPUTER SIMULATION OF THE FOUR-WHEEL MOBILE ROBOT CONTROL SYSTEM IN THE SIMULINK PACKAGE

Artem S. Uglovskiy¹, Natalya Yu. Semerenko²

^{1, 2}Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia

¹a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-5678-4786;

²semerenko@yarcx.ru

Abstract. The authors of the article proposed a model of a robotic complex that replicates the parameters of a real mobile robot. This model is aimed at collecting information about plants in greenhouse complexes and their growth dynamics. The article gives the developed model of the mobile robot, describes the types of tasks that it performs. The article also presents a simulation model of a mobile robot, made in the Matlab/Simulink environment with a description of its subsystems and their interaction with each other. Control cards are proposed for processing information on movement, scanning of plants and performing of required measurements. The proposed coefficients for linear and angular speed of regulator in the presented model of robot do not allow it to deviate from movement course. The simulation model has the ability to connect hardware – a video camera. Using the created model subsystem images are segmented, vegetation is determined by the color spectrum.

Keywords: image segmentation, mobile robot, simulation model, GPS module, map

Введение. Сельское хозяйство находится под давлением необходимости повышения эффективности производства с более высоким урожаем сельскохозяйственных культур и меньшими материально-денежными затратами. Чтобы удовлетворить эти требования, производителям требуется точная информация о росте и состоянии сельско-

хозяйственных культур в течение вегетационного периода. Автоматизация сбора данных необходима для предоставления производителям информации в большом масштабе.

В последние годы актуальной становится задача исследования возможности использования средств симуляции для разработки систем управ-

ления мобильными роботами и сбора данных. В настоящее время доступны программные продукты симуляции для эффективного проведения экспериментов по управлению транспортными средствами. Для исследования модели мобильного робота в среде симуляции авторы используют программную среду Simulink/Matlab. На основе реализованной модели мобильного робота в дальнейшем планируется перейти к взаимодействию с реальным прототипом робота.

Мобильный робот способен передвигаться автономно, сканировать каждое растение и выполнять необходимые измерения. Он оснащён различными сенсорами и инструментами, которые позволяют ему собирать данные о влажности почвы, наличии вредителей и болезней, а также о росте и развитии растений. Собранные данные передаются на одноплатный компьютер, где они обрабатываются и анализируются. Владельцы робота могут получать доступ к этой информации через интерфейс пользователя, где можно увидеть текущее состояние и урожайность полей [1–4].

Получение точной и периодической информации о состоянии культур позволит производителям прогнозировать более точно урожайность и вовремя принимать решения по оптимизации процесса выращивания. Они могут оперативно реагировать на проблемы, такие как вредители или недостаточное питание растений, чтобы минимизировать

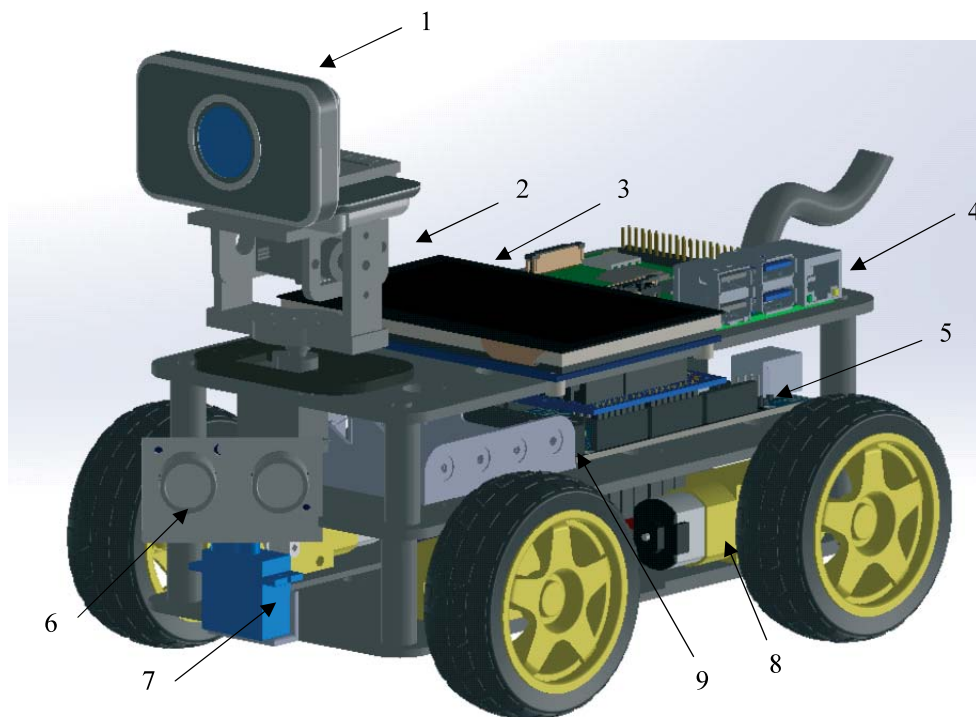
потери и повысить урожайность [5].

Таким образом, мобильный робот автоматизирует сбор данных о состоянии и урожайности растений на больших площадях, предоставляя производителям ценную информацию, необходимую для эффективного управления и оптимизации выращивания культур [6; 7].

Цель исследования – разработка имитационной модели мобильного робота в среде Simulink для исследования заданного движущегося объекта в среде симуляции и распознавания растений с помощью сегментации изображений. На основе реализованного макета мобильного робота (рис. 1) в дальнейшем планируется перейти к взаимодействию с реальным физическим прототипом робота, который позволит фотографировать урожай в теплицах, выявлять болезни, оценивать урожайность культур и управлять сроками сбора урожая.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) реализовать симуляционную модель мобильного робота в среде Simulink/Matlab;
- 2) настроить регулятор в модели для движения по заданной траектории;
- 3) реализовать симуляционную модель сегментации изображений для растений;
- 4) продемонстрировать работу на примере графиков перемещения и поворота мобильного робота.



1 – видеочамера; 2 – механизм регулировки положением видеочамеры с сервоприводами; 3 – сенсорная панель управления; 4 – плата Raspberry PI; 5 – плата Arduino; 6 – ультразвуковой датчик; 7 – сервопривод, управляющий положением датчика; 8 – сервопривод колёс; 9 – аккумуляторная батарея.

Рисунок 1 – Макет мобильного робота

Макет робота оснащён различными датчиками, включая камеру с возможностью захвата изображений. Когда робот перемещается, камеры фиксируют подробные данные об урожае на уровне растения, что позволяет точно прогнозировать урожайность и состояние урожая. В состав мобильного робота входят стереокамеры, инерциальный измерительный блок, компас и бортовая система, которая объединяет входные данные нескольких датчиков.

Материалы и методы исследований. Ознакомимся с платами управления мобильного робота.

1) Применяемая плата Arduino Mega отвечает за навигацию и стратегию перемещения мобильного робота по объектам. Кроме того, Arduino Mega оснащена дочерней платой для управления электродвигателями ходовой части – двухканальным драйвером моторов DFRobot для Arduino на L298P v1.2. Этот драйвер поддерживает напряжение в диапазоне от 4,8 до 35 В и силу тока до 2 А.

Выбор бортового компьютера во многом зависит от желаемого уровня автономности и количества подключаемых датчиков. В некоторых случаях достаточно микроконтроллера, например, Arduino, который способен запускать только один сценарий и обрабатывать небольшой объём информации. Однако для навигации и обработки данных в реальном времени необходим микропроцессор. Вычислительная мощность одноплатных компьютеров, например, Raspberry Pi 4, зачастую имеет

свои ограничения, однако всё же может быть достаточной для различных приложений, требующих автономности.

2) Плата Raspberry Pi 4 Model B, одноплатный компьютер на базе процессора Broadcom с Wi-Fi и Bluetooth. Благодаря своей адаптивности и использованию открытого исходного кода Raspberry Pi востребован во многих областях. Кроме того, Raspberry Pi совместим с разными операционными системами и может взаимодействовать с внешними устройствами через контакты GPIO. По потоку изображений с подключённой камерой плата определит наличие или отсутствие растений. Подробная информация по дополнительному оборудованию представлена в источнике [8].

Методы исследования заключаются в применении моделирования мобильного робота с применением пакета Simulink.

На рисунке 2 показан фрагмент имитационной модели системы мобильного робота, разработанной в среде Matlab/Simulink. Она включает в себя как программу, которая может запускаться на самой плате Raspberry Pi, так и при моделировании [8].

Имитационная модель мобильного робота состоит из трёх блоков:

1. Блок (Input Processing) выполняет функцию движения робота. Получая информацию с камеры, данный блок даёт роботу возможность принять решение о направлении и расстоянии.

2. Блок (Controller) позволяет управлять двигателями робота. Изменение параметров в данном

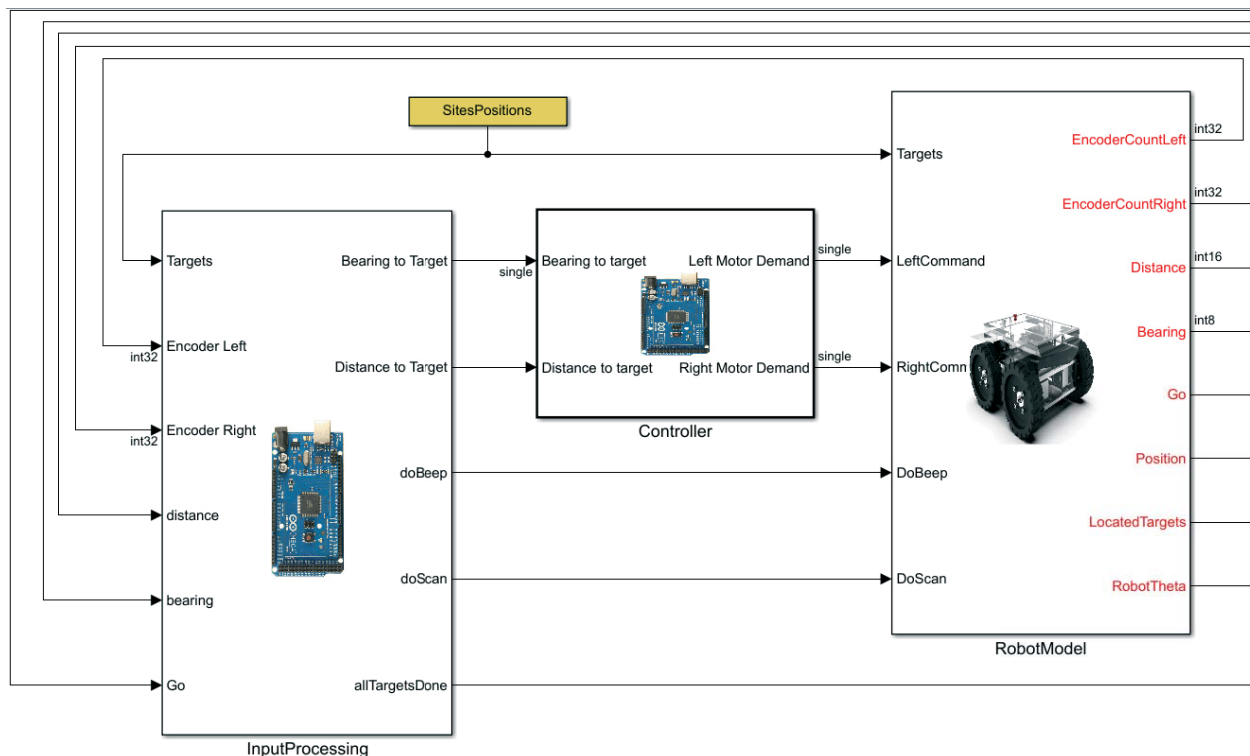


Рисунок 2 – Фрагмент имитационной модели мобильного робота, разработанной в среде Matlab/Simulink

блоке позволяет роботу быстрее или медленнее перемещаться.

3. Блок (RobotModel) включает все измерения, проводимые при перемещении робота: позиция, угол поворота и информация от энкодеров (вращение левого и правого колеса) – используется для оценки текущего положения робота.

Следует отметить, что блок (Input Processing) также выполняет функцию извлечения информации с камеры, что, в свою очередь, позволяет получить сегментацию изображения. Модель блока представлена на рисунке 3. Для проведения сегментации изображения необходимо подключить камеру к плате Raspberry Pi. В ходе анализа данного блока с применением пороговых значений были выделены все пиксели с высоким значением насыщенности, что характерно для растений. Для фильтрации фона и оставления только областей с растениями на изображении применялся блок Green Detect.

После этого была применена операция морфологической обработки для удаления шума и соединения близлежащих пикселей растительности в одну область. Это позволило получить более

точную её сегментацию с помощью блока Image2World (рис. 4).

Когда робот начинает отслеживать ряд культур, количество пикселей, принадлежащих растениям, сохраняется в качестве эталонного значения. По мере продвижения робот определяет количество пикселей, связанных с растительностью на каждом изображении. Когда это число составляет менее 80% от эталонного значения, робот предполагает, что он достиг конца ряда культур. Затем происходит проверка с помощью встроенного GPS датчика на соответствие выходной точки, заданной с проверяемого ряда культур [9; 10]. Потеря пикселей, связанных с растительностью, соответствует возможной ошибке посева.

Рассмотрим управление перемещением мобильного робота. Положение робота можно описать как вектор с тремя элементами. Индекс I используется, чтобы указать положение робота в глобальной системе отсчёта:

$$\varepsilon_I = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix}, \quad (1)$$

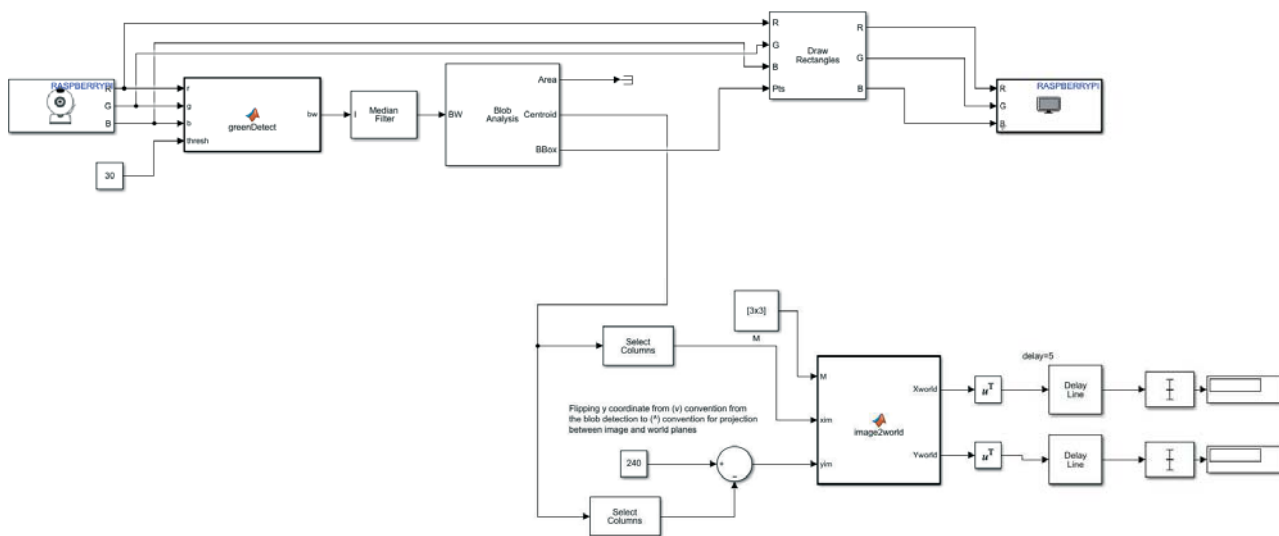


Рисунок 3 – Блок Input Processing



Рисунок 4 – Сегментация изображения с помощью блока Image2World

Чтобы описать движение робота в его локальной системе отсчёта, необходимо будет повернуть глобальную систему координат относительно локальной системы отсчёта. Данное отображение является функцией, которая задаёт текущую позицию робота. Это отображение выполняется с использованием матрицы поворота:

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

Данная матрица может использоваться для отображения движения в глобальной системе отсчёта X_I, Y_I на движение в локальной системе отсчёта X_R, Y_R .

Рассмотрим проблему перемещения к цели (x', y') на плоскости с помощью контролирования линейной скорости робота, чтобы она была пропорциональна его расстоянию от цели:

$$v = K_v \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2}, \quad (3)$$

где x, y – координаты робота в глобальной системе координат; K_v – коэффициент при линейной скорости.

Вычисляем угол, на котором находится цель по отношению к роботу:

$$\theta' = \arctg \frac{y' - y}{x' - x}, \quad (4)$$

Используя пропорциональный контроллер, который определяет угловую скорость для поворота, направляемся к цели:

$$\omega' = K_h (\theta' - \theta), \quad (5)$$

где θ – угол поворота локальной системы координат относительно глобальной системы координат; K_h – коэффициент при угловой скорости.

Для управления скоростью мобильного робота применяется блок регулятора «Controller». Увеличение линейной скорости задаётся через специальное окно (рис. 5) с помощью коэффициента K_v «Прирост скорости». Увеличение угловой скорости задаётся через специальное окно (рис. 6) с помощью коэффициента K_h «Усиление рулевого управления».

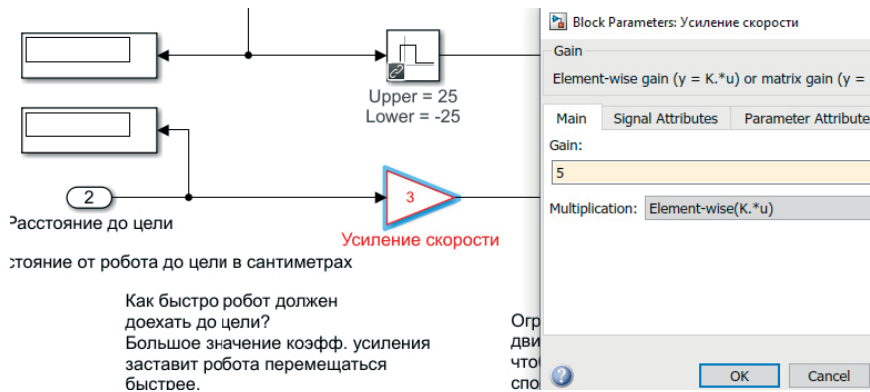


Рисунок 5 – Увеличение линейной скорости мобильного робота с коэффициентом $K_v = 5$

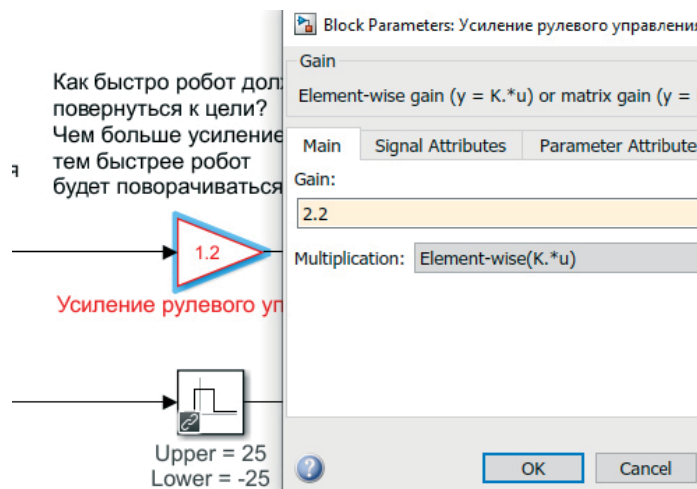


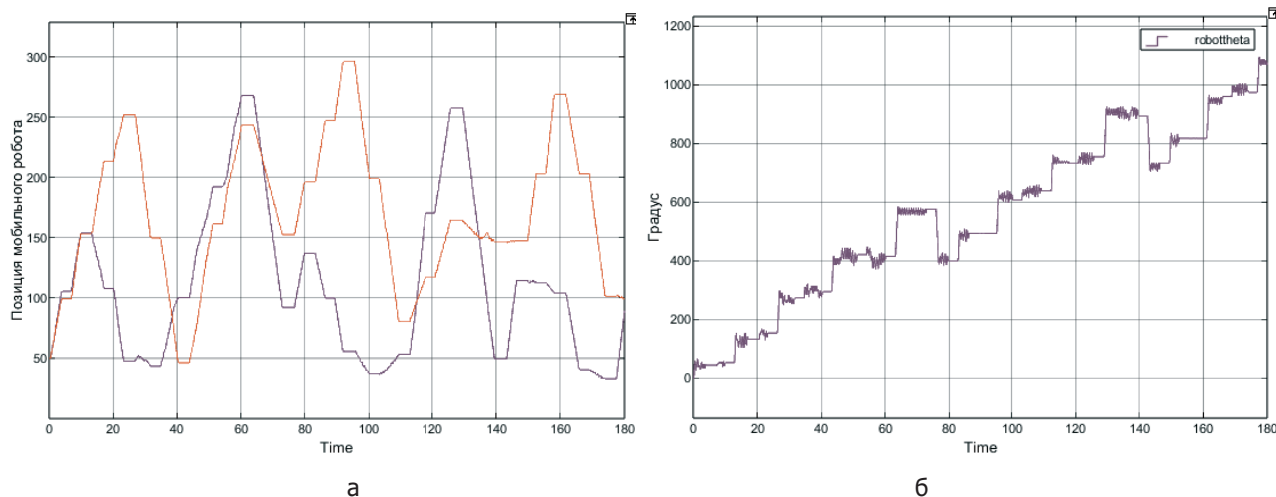
Рисунок 6 – Усиление рулевого управления мобильного робота с коэффициентом $K_h = 2,2$

Результаты. Для того чтобы проверить корректность позиционирования в среде моделирования, были представлены графики перемещения мобильного робота.

На каждом из набора графиков фиолетовым цветом обозначается траектория цели, красным – робота. Для каждого эксперимента представлены два графика: график позиции мобильного робота, описываемый набором точек (x, y), графики рулевого управления роботом по углу φ .

При внесении изменений скорости мобильного робота в элемент операционного усилителя (см. рис. 5 и 6) можно наблюдать картину передвижения мобильного робота (рис. 7).

Коэффициенты, позволяющие роботу наиболее точно отслеживать траекторию, равны: $K_h = 1,2$ и $K_v = 3$. Обращая внимание на рисунок 7, можно заметить, что небольшой коэффициент при угловой скорости, по сравнению с коэффициентом у линейной скорости, приводит к низкой манев-



а – перемещение мобильного робота при увеличении скорости; б – угол поворота мобильного робота.

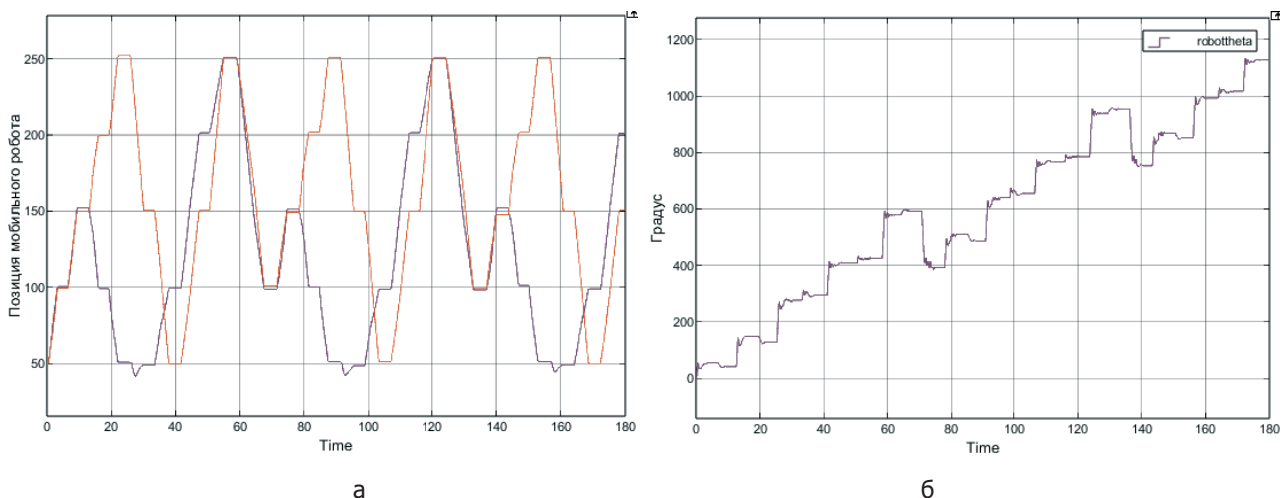
Рисунок 7 – Перемещение мобильного робота при коэффициенте $K_v = 5$, $K_h = 2,2$

ренности робота. Причём маневренность робота увеличивается при уменьшении его скорости и увеличении параметра при угловой скорости, что можно наблюдать на изображении 8. Робот набирает скорость медленнее и успевает аккуратнее поворачивать, благодаря чему отклонение от траектории становится меньше в сравнении с траекторией, представленной на рисунке 7.

Выводы.

1. Представлена имитационная модель мобильного робота, выполненная в среде Matlab/Simulink с описанием подсистем и их взаимодействия.

2. В ходе моделирования получены результаты эксперимента движения робота по указанным траекториям, скорость перемещения настраивает-



а – перемещение мобильного робота при увеличении скорости; б – угол поворота мобильного робота.

Рисунок 8 – Перемещение мобильного робота при коэффициенте $K_v = 3$, $K_h = 3,2$

ся в блоке Controller. Анализ полученных графиков позволяет сделать вывод о том, что использование точных координат естественным образом даёт большую точность при движении по заданной траектории. За счёт своей структуры полученная система управления может быть легко перенастроена для управления реальным мобильным роботом, что является темой дальнейших исследований.

3. Для выполнения сегментации растительных объектов использовался блок Input Processing. Данный блок анализирует цветовой спектр целевой области – для калибровки может быть выбран участок, показывающий только растения, и извлекает те участки исходного изображения, цветовой спектр которых совпадает.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абросимов В. К., Райков А. Н. Агропромышленные роботы и искусственный интеллект // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022) : тр. Пятнадцатой междунаро. конф. (Москва, 26–28 сентября 2022 г.) / под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна. М. : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2022. С. 329–335. DOI 10.25728/mlsd.2022.0329. EDN HAZWGE.
2. Диченский А. В., Гриц Н. В., Удотов А. Ю. Аспекты применения роботизированной техники в аграрном производстве – современное состояние и перспективы // Известия Международной академии аграрного образования. 2020. № 50. С. 15–19. EDN ZREZBT.
3. Кадыров С. В. Цифровые технологии в сельском хозяйстве. Умное сельское хозяйство // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития : материалы междунаро. науч.-практ. конф. факультета агрономии, агрохимии и экологии (Воронеж, 24 сентября 2019 г.) / под общ. ред. В. А. Федотова. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. С. 29–36. EDN BHJBBL.
4. Романенкова М. С., Балабанов В. И. Применение цифровых технологий в растениеводстве // Наука в центральной России. 2020. № 2 (44). С. 74–82. DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-74-82. EDN ZSKSNJ.
5. Смирнов И. Г., Хорт Д. О., Кутырев А. И. Интеллектуальные технологии и роботизированные машины для возделывания садовых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15, № 4. С. 35–41. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-4-35-41. EDN NDDMCH.
6. Виноградов А. В., Тюрин И. Ю., Левченко Г. В. [и др.] Роботизированные системы в сельском хозяйстве // Аграрный научный журнал. 2019. № 9. С. 79–81. DOI 10.28983/asj.y2019i9pp79-81. EDN FHFHDH.
7. Joerger M., Pervan B. Range-Domain Integration of GPS and Laser-scanner Measurements for Outdoor Navigation // Proceedings of the 19th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2006). Fort Worth, TX, 2006. P. 1115–1123.
8. Угловский А. С., Семеренко Н. Ю. Моделирование работы мобильного робота для обоснования его функциональных параметров и алгоритма управления // АгроЭкоИнженерия. 2023. № 4 (117). С. 57–72. DOI 10.24412/2713-2641-2023-4117-57-71. EDN NNUDIN.
9. Hentschel M., Wulf O., Wagner B. A GPS and Laser-based Localization for Urban and Non-Urban Outdoor Environments // In Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Nice, France, 2008. P. 149–154. DOI 10.1109/IROS.2008.4650585.
10. Jabbour M., Bonnifait P. Backing up GPS in urban areas using a scanning laser // In Proceedings of the IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium. Monterey, CA, USA, 2008. P. 505–510. DOI 10.1109/PLANS.2008.4570058.

References

1. Abrosimov V. K., Rajkov A. N. Agropromyshlennye roboty i iskusstvennyj intellekt // Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem (MLSD'2022) : tr. Pyatnadcatoy mezhdunarod. konf. (Moskva, 26–28 sentyabrya 2022 g.) / pod obshch. red. S. N. Vasil'eva, A. D. Tsvirkuna. M. : Institut problem upravleniya im. V. A. Trapeznikova RAN, 2022. S. 329–335. DOI 10.25728/mlsd.2022.0329. EDN HAZWGE.
2. Dichenskij A. V., Grits N. V., Udotov A. Yu. Aspekty primeneniya robotizirovannoj tekhniki v agrarnom proizvodstve – sovremennoe sostoyanie i perspektivy // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. 2020. № 50. S. 15–19. EDN ZREZBT.
3. Kadyrov S. V. Cifrovye tekhnologii v sel'skom hozyajstve. Umnoe sel'skoe hozyajstvo // 100-letie kafedry rastenievodstva, kormoproizvodstva i agrotekhnologij: itogi i perspektivy innovacionnogo razvitiya : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. fakul'teta agronomii, agrohimii i ekologii (Voronezh, 24 sentyabrya 2019 g.) / pod obshch. red. V. A. Fedotova. Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019. S. 29–36. EDN BHJBBL.
4. Romanenkova M. S., Balabanov V. I. Primenenie cifrovyyh tekhnologij v rastenievodstve // Nauka v central'noj Rossii. 2020. № 2 (44). S. 74–82. DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-74-82. EDN ZSKSNJ.

5. Smirnov I. G., Khort D. O., Kutyrev A. I. Intellektual'nye tekhnologii i robotizirovannye mashiny dlya vozdeyvaniya sadovykh kul'tur // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tekhnologii. 2021. T. 15, № 4. S. 35–41. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-4-35-41. EDN NDDMCH.
6. Vinogradov A. V., Tyurin I. Yu., Levchenko G. V. [i dr.] Robotizirovannye sistemy v sel'skom hozyajstve // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2019. № 9. S. 79–81. DOI 10.28983/asj.y2019i9pp79-81. EDN FHFHNN.
7. Joerger M., Pervan B. Range-Domain Integration of GPS and Laser-scanner Measurements for Outdoor Navigation // Proceedings of the 19th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2006). Fort Worth, TX, 2006. P. 1115–1123.
8. Uglovskij A. S., Semerenko N. Yu. Modelirovanie raboty mobil'nogo robota dlya obosnovaniya ego funktsional'nykh parametrov i algoritma upravleniya // AgroEkoInzheneriya. 2023. № 4 (117). S. 57–72. DOI 10.24412/2713-2641-2023-4117-57-71. EDN NNUDIN.
9. Hentschel M., Wulf O., Wagner B. A GPS and Laser-based Localization for Urban and Non-Urban Outdoor Environments // In Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Nice, France, 2008. P. 149–154. DOI 10.1109/IROS.2008.4650585.
10. Jabbour M., Bonnifait P. Backing up GPS in urban areas using a scanning laser // In Proceedings of the IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium. Monterey, CA, USA, 2008. P. 505–510. DOI 10.1109/PLANS.2008.4570058.

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.

Наталья Юрьевна Семеренко – старший преподаватель кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», semerenko@yarcx.ru.

Information about the authors

Artem S. Uglovskiy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin code: 3717-5731.

Natalya Yu. Semerenko – senior lecturer of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", semerenko@yarcx.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.



Научная статья
УДК 631(470.12)
doi:10.35694/YARCX.2024.65.1.019

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – ОСНОВОПОЛАГАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ ВОЛОГОДСКОГО РЕГИОНА

А. В. Маклахов¹, Г. А. Симонов², В. В. Приятелев³, Е. А. Марценюк⁴

^{1, 3}Вологодский государственный университет, Вологда, Россия

²Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

⁴Комитет по экономической политике и стратегическому планированию Санкт-Петербурга,
Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Васильевич Маклахов, leon1906@yandex.ru

Реферат. В статье рассмотрены вопросы развития АПК Вологодской области на современном этапе. Установлено, что кормовые культуры в структуре посевных площадей занимают 61,6%, что позволяет эффективно развивать отрасль животноводства в регионе. В 2022 году объём производства сельскохозяйственной продукции в Вологодской области составил 50,6 млрд рублей, в том числе 15,9 млрд руб. в растениеводстве и 34,7 млрд руб. – в животноводстве. Индекс производства в 2022 году к уровню 2021 года составил 104,8% в растениеводстве и 100,6% – в животноводстве. При этом в сельскохозяйственных организациях объём производства продукции в денежном выражении был выше на 3,1% к уровню 2021 года. В структуре сельскохозяйственного производства в регионе в 2022 году приходилось на животноводство 68,6% и на растениеводство – 31,4%. Полученные данные позволят более правильно спрогнозировать развитие сельского хозяйства в области на перспективу.

Ключевые слова: сельское хозяйство, Вологодская область, экономика, растениеводство, животноводство, развитие

AGRICULTURE IS THE FUNDAMENTAL INDUSTRY OF THE VOLOGDA REGION

**A. V. Maklakhov¹, G. A. Simonov², V. V. Priyatelev³,
E. A. Martsenyuk⁴**

^{1, 3}Vologda State University, Vologda, Russia

²Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, Vologda, Russia

⁴Committee on Economic Policy and Strategic Direction of St. Petersburg, Saint Petersburg, Russia

Author responsible for the correspondence: Aleksey V. Maklakhov, leon1906@yandex.ru

Abstract. The article discusses the development of the agroindustrial complex of the Vologda region at the current stage. It has been established that forage crops occupy 61.6% in the structure of sowing areas, which makes it possible to effectively develop the livestock industry in the region. In 2022 the volume of agricultural production in the Vologda region amounted to 50.6 billion rubles, including 15.9 billion rubles in crop production and 34.7 billion rubles – in animal husbandry. The production index in 2022 compared to the level of 2021 amounted to 104.8% in crop production and 100.6% in animal husbandry. At the same time in agricultural organizations the volume of production in monetary terms was 3.1% higher than compared to the level of 2021. In the structure of agricultural production in the region in 2022, livestock production accounted for 68.6% and crop production – 31.4%. The data obtained will make it possible to more correctly predict the development of agriculture in the region for the future.

Keywords: agriculture, Vologda region, economy, crop production, animal husbandry, development

Сельское хозяйство оказывает большое влияние на экономику Вологодского региона, что, в свою очередь, положительно сказывается на обеспечении населения продовольствием и получением сырья для ряда отраслей промышленности [1–5].

Роль сельского хозяйства в экономике страны или региона трудно переоценить, так как оно характеризует уровень развития территории. Так, например, в качестве показателей роли сельского хозяйства применяют долю занятых в сельском хозяйстве среди трудоспособного населения [6; 7], а также удельный вес сельского хозяйства в структуре валового внутреннего продукта.

Сельскохозяйственное производство объединено в две основные отрасли: земледелие (полеводство, плодоводство, овощеводство и др.) и животноводство (скотоводство, свиноводство, овцеводство, птицеводство и др.), правильное сочетание которых обеспечивает рациональное использование земельных, материальных и трудовых ресурсов.

Следует подчеркнуть, что сельское хозяйство – одна из стратегически важных отраслей в Вологодской области, обеспечивающая занятость значительной доли сельского населения, развитие экономики, поддерживающая продовольственную безопасность, а также стимулирующая социально-экономическое развитие сельских территорий региона [8; 9]. Эти факты обуславливают необходимость качественной и количественной оценки состояния отрасли, которая должна лежать в основе проводимой аграрной политики. Основное

преимущество количественной оценки состоит в том, что она считается более объективной (поэтому чаще используется при проверке гипотез и прогнозировании), позволяет глубже понять причины, свойства явлений.

Сельскохозяйственный комплекс выступает важнейшим элементом экономики Вологодской области, в котором выпускается жизненно важная для населения продукция и содержится большой экономический потенциал.

Сельскохозяйственным производством в Вологодской области занимаются около 160 предприятий и организаций. При этом в сельскохозяйственных организациях производят 78% объёма продукции.

Малые формы сельского хозяйства в Вологодском регионе представлены около 150 тыс. личных подсобных хозяйств, 150 фермерских хозяйств, 32 сельскохозяйственных потребительских кооператива, их совокупная доля в общем объёме производства составляет 22% [10].

Целью данной работы был анализ эффективности работы сельского хозяйства Вологодской области. На основе проведённого анализа дать оценку эффективности работы сельского хозяйства в Вологодском регионе.

Материалы и методы. Для анализа были использованы годовые отчёты АПК Вологодской области за ряд лет. Для обработки данных применяли методики по экономическим расчётам.

Результаты и их обсуждение. В 2022 году в Вологодской области объём производства сельскохозяйственной продукции всеми категориями

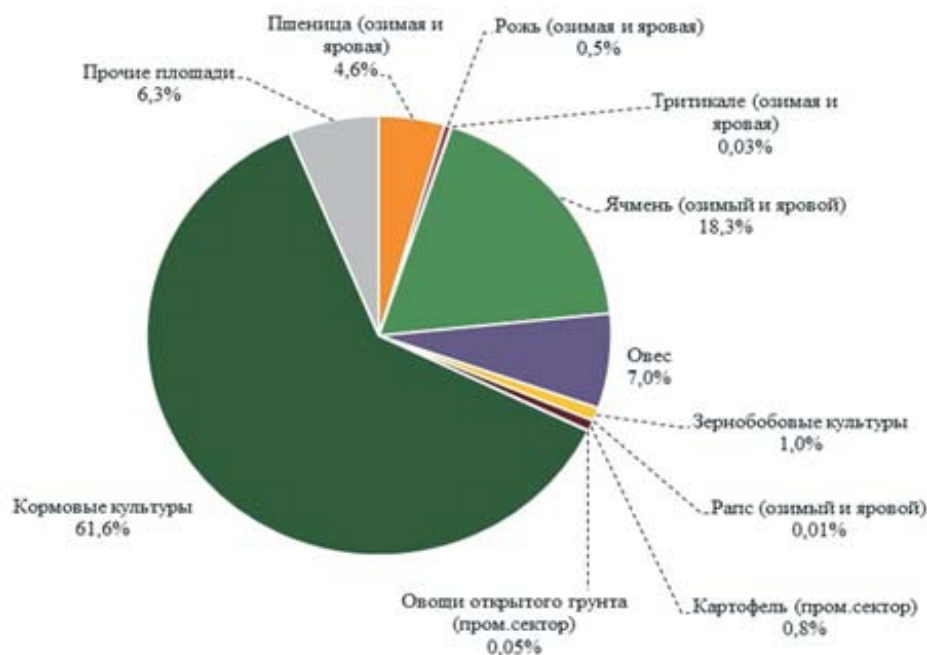


Рисунок 1 – Структура посевных площадей в Вологодской области в 2022 г., %

хозяйств равнялся 50,6 млрд рублей, в том числе 15,9 млрд руб. в растениеводстве и 34,7 млрд руб. – в животноводстве. Индекс производства в 2022 году к уровню 2021 года составил 104,8% в растениеводстве и 100,6% – в животноводстве. При этом в сельскохозяйственных организациях объём производства продукции в денежном выражении был выше на 3,1% к уровню 2021 года. В структуре сельскохозяйственного производства в регионе в 2022 году 68,6% приходилось на животноводство и 31,4% – на растениеводство.

Следует отметить, что Вологодская область является второй по объёму выпуска сырого молока в Северо-Западном федеральном округе, в России область занимает 14 место по объёмам производства [11]. Высоких показателей в производстве продукции удалось достичь за счёт грамотного ведения сельского хозяйства в регионе, а также за счёт сбалансированного кормления животных и птицы по детализированным нормам [12–23].

На рисунке 1 представлена структура посевных площадей Вологодской области.

Из анализа структуры посевных площадей видно, что кормовые культуры занимают основ-

ную долю (61,6%), что способствует эффективно-му развитию отрасли животноводства в Вологодской области.

В 2022 году производство натурального молока в регионе достигло уровня 607,7 тыс. тонн, что выше уровня 2021 г. на 18,7 тыс. тонн, или на 3,2%.

Следует отметить, что в 2022 г. впервые в истории области удалось достичь продуктивности коров в сельхозорганизациях 8020 кг молока на 1 корову, что на 12,6% выше среднего показателя продуктивности по Российской Федерации. Поголовье молочного стада коров в настоящее время в области составляет 74,7 тыс. гол., за последние годы их численность увеличилась на 3735 голов, или на 5%.

В таблице 1 приведены инвестиции и показатели по переработке молока за ряд лет в Вологодской области.

Таблица 1 наглядно показывает, что производство молочных продуктов за период 2018–2022 гг. в Вологодской области выросло на 14855,1 млн руб., или на 62,5%. При этом среднесписочная численность работников, занятых переработкой мо-

Таблица 1 – Динамика показателей переработки молока в регионе (2018–2022 гг.)

Наименование показателя	Год				
	2018	2019	2020	2021	2022
Инвестиции в основной капитал организаций, направленные на развитие вида деятельности «Переработка молока», млн руб.	328,3	521,3	874,7	843,5	508,8
Производство молочных продуктов, млн. руб.	23783,7	25822,1	28750,9	30206,5	38638,8
Уровень рентабельности производства продукции в молочной отрасли, %	4,3	5,9	8,8	5,8	4,8
Среднесписочная численность работников, занятых переработкой молока, чел.	3220	3223	3105	3104	2845

лока, сократилась на 375 человек, или на 11,6%. Это объясняется тем, что в производство по переработке молочных продуктов в регионе успешно внедряются инновационные технологии.

Основные показатели в организационной деятельности птицеводства Вологодской области показаны в таблице 2.

Из анализа таблицы 2 видно, что объём товарной продукции птицеводства в денежном выражении в последние годы увеличился, а уровень рентабельности остался на уровне 2021 г. – 3,8%.

Несмотря на положительное развитие сельского хозяйства региона в целом, ряд специфических проблем сохраняется. Так, для аграриев области, как и ранее, остро стоят вопросы диспаритета цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию, недостаточности бюджетной поддер-

жки сельхозпроизводителей, высокого уровня налогообложения, низкого качества трудового потенциала работников и неразвитости социальной инфраструктуры в сельской местности.

Среди направлений государственной поддержки аграриев и устойчивого развития отрасли в регионе, как наиболее востребованных, необходимо отметить создание комфортного пространства для жизни на селе и работы в отрасли, кадровое обеспечение и повышение престижа работы в отрасли, снижение цен на горюче-смазочные материалы, смягчение налогового бремени для товаропроизводителей, поддержка инновационно-инвестиционной деятельности предприятий. Также считаем, что актуальной мерой будет являться поддержка кооперации аграриев и развитие делового сотрудничества.

Таблица 2 – Показатели отрасли птицеводства в регионе (2020–2022 гг.)

Наименование показателя	Год		
	2020	2021	2022
Инвестиции в сферу птицеводства, млн руб.	174,7	143,5	108,8
Объём товарной продукции, млн руб.	3458,2	4068,4	4323,8
Уровень рентабельности производства продукции в отрасли, %	4,8	3,8	3,8
Среднесписочная численность персонала, чел.	2635	2347	2032

Особое внимание необходимо уделить развитию сельских территорий, в т. ч. посредством формирования приемлемых условий для жизни и работы на селе, повышения гражданской активности жителей, диверсификации экономики и содействия развитию новых видов бизнеса.

Выводы. Таким образом, проведённый анализ деятельности отрасли сельского хозяйства Вологодского региона показал, что АПК области в последние годы развивается успешно. В 2022 году объём производства сельскохозяйственной продукции в Вологодской области составлял 50,6

млрд рублей, наибольшая доля которого приходилась на животноводство – 34,7 млрд руб. Индекс производства в 2022 году, по сравнению с 2021 годом, вырос на 4,8% в растениеводстве и практически остался на прежнем уровне в животноводстве (100,6%). В 2022 году в структуре сельскохозяйственного производства в регионе на животноводство приходилось 68,6% и на растениеводство – 31,4%. Полученные данные позволят более правильно спрогнозировать развитие сельского хозяйства в области на перспективу.

Список источников

- Маклахов А. В., Живетин В. В., Задумкин К. А. [и др.]. Состояние и перспективы развития льняного комплекса Вологодской области // Горное сельское хозяйство. 2018. № 2. С. 18–22. ISSN 2410-2911.
- Маклахов А. В., Живетин В. В., Симонов Г. А. Некоторые аспекты модернизации экономики Нечерноземья (на примере Вологодской области) // Проблемы развития территории. 2020. № 2 (160). С. 81–94. ISSN 2076-8915. DOI 10.15838/ptd.2020.2.106.6.
- Маклахов А. В., Симонов Г. А., Марценюк Е. А. Современное состояние и пути развития АПК Вологодской области // Горное сельское хозяйство. 2021. № 2. С. 11–17. DOI 10.25691/GSH.2021.2.014.
- Маклахов А. В., Симонов Г. А., Жестяников С. Г., Приятелев В. В. [и др.] Научные и практические аспекты развития АПК Вологодской области : монография. Вологда, 2022. 368 с. EDN UKNGGL.
- Симонов Г. А., Маклахов А. В., Углин В. К. [и др.] Инновационные технологии производства сельскохозяйственной продукции : монография. Вологда : Изд-во Вологодский научный центр Российской академии наук, 2021. 168 с. EDN ZYOFRS.
- Симонов Г. А., Симонов А. Г. Демографические и экономические характеристики АПК Северо-Западного региона // Экономист. 2011. № 9. С. 93–96. ISSN 0869-4672.
- Симонов Г. А., Гуревич В., Симонов А. Г. Демографические и производственные показатели в сельском хозяйстве // Экономист. 2013. № 4. С. 85–87. ISSN 0869-4672.
- Симонов Г. А., Симонов А. Г., Половникова Д. Комплексный подход к расселению и определению числа и размера населенных пунктов // Экономист. 2014. № 5. С. 90–95. ISSN 0869-4672.
- Симонов Г. А., Симонов А. Г., Половникова Д. А. Как эффективно рассчитать экономику населённого пункта на перспективу // Горное сельское хозяйство. 2018. № 1. С. 23–31. ISSN 2410-2911. DOI 10.25691/GSH.2018.1.006.
- Официальный портал правительства Вологодской области. URL: https://vologda-oblast.ru/o_regione/statistika/ (дата обращения: 10.09.2023).
- Официальная статистика: Вологдастат / офиц. сайт. URL: vologdastat.gks.ru/ (дата обращения: 10.09.2023).
- Гайирбегов Д. Ш., Федин А., Симонов Г. [и др.] Влияние ферросила на обмен веществ // Птицеводство. 2009. № 6. С. 40. ISSN 0033-3239.
- Гайирбегов Д. Ш., Магомедов М. Ш., Симонов Г. А. [и др.] Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 29, № 1 (29). С. 71–74. ISSN 2079-0996.
- Епифанов В. Г., Зотеев В. С., Симонов Г. А. [и др.] Влияние кормовой добавки «Белкофф-М» на молочную продуктивность голштинизированных первотёлок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 2 (34). С. 93–98. ISSN 2071-9485.

15. Кутузова А. А., Зотов А. А., Тебердиев Д. М. [и др.] Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе. М. : Изд-во Типография Россельхозакадемии, 2014. 75 с. EDN SXFMJR.

16. Мунгин В. В., Гайирбегов Д. Ш., Федин А. С. [и др.] Повышение яйценоскости и качества яиц перепелок // Птицеводство. 2016. № 7. С. 31–34. ISSN 0033-3239.

17. Симонов Г. А., Магомедов М., Алигазиева П. Кормление КРС полнорационной смесью эффективнее // Комбикорма. 2013. № 10. С. 63–64. ISSN 2413-287X.

18. Симонов Г. А., Гайирбегов Д., Федин А. [и др.] Ферросил повышает продуктивность кур-несушек // Комбикорма. 2015. № 4. С. 62. ISSN 2413-287X.

19. Симонов Г. А., Кузнецов В. М., Зотеев В. С. [и др.] Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях // Эффективное животноводство. 2018. № 1 (140). С. 28–29. EDN YPNUPZ.

20. Тяпугин Е., Симонов Г., Гуляева М. Опыт выращивания ремонтных телок в хозяйствах Вологодской области // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 3. С. 2–4. ISSN 0026-9034.

21. Тяпугин Е. А., Симонов Г. А., Магомедов М. Ш. [и др.] Качество молока коров при различных технологиях доения // Проблемы развития АПК региона. 2015. Т. 23, № 3 (23). С. 75–78. ISSN 2079-0996.

22. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V. [et al.] Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9, № 1. P. 3837–3841. DOI 10.35940/ijitee.A4884.119119.

23. Simonov G. A., Zoteev V. S., Sadykov M. M. [et al.] Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 19–20 февраля 2020 года. Yekaterinburg, 2020. P. 02004. EDN RQOWXV.

References

1. Maklakhov A. V., Zhivetin V. V., Zadumkin K. A. [i dr.]. Sostoyanie i perspektivy razvitiya l'nyanogo kompleksa Vologodskoj oblasti // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2018. № 2. S. 18–22. ISSN 2410-2911.

2. Maklakhov A. V., Zhivetin V. V., Simonov G. A. Nekotorye aspekty modernizacii ekonomiki Nechernozem'ya (na primere Vologodskoj oblasti) // Problemy razvitiya territorii. 2020. № 2 (160). S. 81–94. ISSN 2076-8915. DOI 10.15838/ptd.2020.2.106.6.

3. Maklakhov A. V., Simonov G. A., Martsenyuk E. A. Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya APK Vologodskoj oblasti // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2021. № 2. S. 11–17. DOI 10.25691/GSH.2021.2.014.

4. Maklakhov A. V., Simonov G. A., Zhestyannikov S. G., Priyatelev V. V. [i dr.] Nauchnye i prakticheskie aspekty razvitiya APK Vologodskoj oblasti : monografiya. Vologda, 2022. 368 s. EDN UKNGGL.

5. Simonov G. A., Maklakhov A. V., Uglin V. K. [i dr.] Innovacionnye tekhnologii proizvodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii : monografiya. Vologda : Izd-vo Vologodskij nauchnyj centr Rossijskoj akademii nauk, 2021. 168 s. EDN ZYOFRS.

6. Simonov G. A., Simonov A. G. Demograficheskie i ekonomicheskie karakteristiki APK Severo-Zapadnogo regiona // Ekonomist. 2011. № 9. S. 93–96. ISSN 0869-4672.

7. Simonov G. A., Gurevich V., Simonov A. G. Demograficheskie i proizvodstvennye pokazateli v sel'skom hozyajstve // Ekonomist. 2013. № 4. S. 85–87. ISSN 0869-4672.

8. Simonov G. A., Simonov A. G., Polovnikova D. Kompleksnyj podhod k rasseleniyu i opredeleniyu chisla i razmera naselennykh punktov // Ekonomist. 2014. № 5. S. 90–95. ISSN 0869-4672.

9. Simonov G. A., Simonov A. G., Polovnikova D. A. Kak effektivno rasschitat' ekonomiku naselyonnogo punkta na perspektivu // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2018. № 1. S. 23–31. ISSN 2410-2911. DOI 10.25691/GSH.2018.1.006.

10. Oficial'nyj portal pravitel'stva Vologodskoj oblasti. URL: https://vologda-oblast.ru/o_regione/statistika/ (data obrashcheniya: 10.09.2023).

11. Oficial'naya statistika: Vologdastat / ofic. sajt. URL: vologdastat.gks.ru/ (data obrashcheniya: 10.09.2023).

12. Gajirbegov D. Sh., Fedin A., Simonov G. [i dr.] Vliyanie ferrosila na obmen veshchestv // Pтицеводство. 2009. № 6. С. 40. ISSN 0033-3239.

13. Gajirbegov D. Sh., Magomedov M. Sh., Simonov G. A. [i dr.] Himicheskij sostav i energeticheskaya cennost' myasa bychkov v zavisimosti ot tipa kormleniya // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. Т. 29, № 1 (29). С. 71–74. ISSN 2079-0996.

14. Epifanov V. G., Zoteev V. S., Simonov G. A. [i dr.] Vliyanie kormovoj dobavki «Belkoff-M» na molochnuyu produktivnost' golshтинизированных pervotyolok // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2014. № 2 (34). С. 93–98. ISSN 2071-9485.

15. Kutuzova A. A., Zotov A. A., Teberdiev D. M. [i dr.] Prakticheskoe rukovodstvo po resursosberegayushchim tekhnologiyam i priemam uluchsheniya senokosov i pastbishch v Volgo-Vyatskom regione. М. : Изд-во Типография Россел'хозакадемии, 2014. 75 с. EDN SXFMJR.

16. Mungin V. V., Gajirbegov D. Sh., Fedin A. S. [i dr.] Povyshenie yajcenoskosti i kachestva yaic perepyolok // Pticevodstvo. 2016. № 7. S. 31–34. ISSN 0033-3239.
17. Simonov G. A., Magomedov M., Aligazieva P. Kormlenie KRS polnoracionnoj smes'yu effektivnee // Kombikorma. 2013. № 10. S. 63–64. ISSN 2413-287H.
18. Simonov G. A., Gajirbegov D., Fedin A. [i dr.] Ferrosil povyshaet produktivnost' kur-nesushek // Kombikorma. 2015. № 4. S. 62. ISSN 2413-287H.
19. Simonov G. A., Kuznetsov V. M., Zoteev V. S. [i dr.] Effektivnoe kormlenie vysokoproduktivnyh molochnyh korov na raznyh fiziologicheskikh stadiyah // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2018. № 1 (140). S. 28–29. EDN YPNUPZ.
20. Tyapugin E., Simonov G., Gulyaeva M. Opyt vyrashchivaniya remontnyh telok v hozyajstvakh Vologodskoj oblasti // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2010. № 3. S. 2–4. ISSN 0026-9034.
21. Tyapugin E. A., Simonov G. A., Magomedov M. Sh. [i dr.] Kachestvo moloka korov pri razlichnyh tekhnologiyah doeniya // Problemy razvitiya APK regiona. 2015. T. 23, № 3 (23). S. 75–78. ISSN 2079-0996.
22. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V. [et al.] Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9, № 1. P. 3837–3841. DOI 10.35940/ijitee.A4884.119119.
23. Simonov G. A., Zoteev V. S., Sadykov M. M. [et al.] Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 19–20 февраля 2020 года. Yekaterinburg, 2020. P. 02004. EDN RQOWXV.

Сведения об авторах

Алексей Васильевич Маклахов – доктор экономических наук, профессор, советник ректора, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», spin-код: 7070-8780.

Геннадий Александрович Симонов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормов и кормления сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина", spin-код: 3965-1630.

Вячеслав Викторович Приятелев – кандидат исторических наук, доцент, ректор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», spin-код: 3913-5813.

Екатерина Алексеевна Марценюк – начальник отдела макроэкономических исследований и прогнозирования, Комитет по экономической политике и стратегическому планированию Санкт-Петербурга, Maklahowa.k@yandex.ru.

Information about the authors

Aleksey V. Maklakhov – Doctor of Economics Sciences, Full Professor, Advisor to the Rector, Vologda State University, spin-code: 7070-8780.

Gennadiy A. Simonov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Chief Research Officer of the Department of Feed and Feeding of Farm Animals, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin", spin-code: 3965-1630.

Vyacheslav V. Priyatelev – Candidate of Historical Sciences, Docent, Rector, Vologda State University, spin-code: 3913-5813.

Ekateryna A. Martsenyuk – Head of the Department of Macroeconomic Research and Forecasting, Committee on Economic Policy and Strategic Direction of St. Petersburg, Maklahowa.k@yandex.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

- G
 GPS-модуль, 128
 А
 Агрофитоценоз, 30
 Азот, 62
 Б
 Баранчики, 62
 Биологическая эффективность, 3
 Биомасса растений, 21
 Биопестициды, 3
 Биосубстраты, 74
 Быки-производители, 96
 Бычки, 49
 В
 Внешний цилиндр, 113
 Внутренний цилиндр, 113
 Вологодская область, 136
 Воспроизводительные качества, 103
 Вредители овощных культур, 3
 Г
 Генерация, 108
 Голштинская порода, 103
 Д
 Дикий северный олень, 35
 ДНК-тестирование, 90
 Домашний северный олень, 35
 Ж
 Животноводство, 136
 З
 Засорённость, 30
 Засорённость посевов, 21
 Зерно, 113
 И
 Икра ленского осетра, 119
 Имитационная модель, 128
 Индекс осеменения, 103
 Использование, 55, 62
 К
 Калмыцкая порода, 90
 Кальций, 68
 Карта, 128
 Качество мяса, 49
 Клевер, 21
 Клевер луговой, 13
 Климатический пояс, 103
 Комбикорм-концентрат КК-65, 49
 Концентрат БВМК, 49
 Корма, 55, 74
 Коровы, 68, 96
 Корреляция, 108
 Костромская порода, 96
 Коэффициент воспроизводительной способности, 103
 Кровь, 68
 Л
 Лимузинская порода, 55
 Линии, 96
 Лошадь домашняя, 74
 М
 Макроэлементы, 74
 Массовая доля жира и белка, 108
 Математическая модель, 119
 Математическое планирование эксперимента, 119
 Межотельный период, 103
 Микроэлементы, 74
 Многолетние кормовые травы, 13
 Мобильный робот, 128
 Молоко, 68
 Молочная продуктивность, 96
 Мясная продуктивность, 49, 90
 Мясное скотоводство, 55
 О
 Обработка почвы, 30
 Овощные культуры, 3
 Овцеводство, 62
 Озимая пшеница, 30
 Оленеводство, 35
 Органолептические показатели, 82
 П
 Параметры отверстий, 113
 Первотёлки, 103
 Питание, 68
 Планы хартли, 119
 Покровные культуры, 21
 Полиморфизм, 90
 Помеси, 55
 Помеси с эдильбаевской породой, 63
 Популяция, 35
 Потребление, 56, 63
 Предшественник, 30
 Продуктивное долголетие, 96
 Продуктивность, 13
 Р
 Развитие, 136
 Развитие растений, 13
 Растениеводство, 136
 Родственные группы, 96
 Романовская порода, 62
 С
 Севооборот, 30
 Сегментация изображений, 128
 Сельское хозяйство, 136
 Сервис-период, 103
 Силос, 82
 Симментальская порода, 55
 Сорные растения, 13
 Состав, 68
 Состав травосмеси, 13
 Состояние ресурсов, 35
 Сушка зерна, 113
 Т
 Технологии возделывания, 13
 Технология прямого посева, 21
 Тимофеевка луговая, 13
 У
 Удобрения, 13
 Удой, 108
 Укос трав, 82
 Универсальная полуавтоматическая роторная сушилка, 113
 Условия питания, 30
 Ф
 Физико-химические показатели, 82
 Фосфор, 68
 Х
 Хозяйственная эффективность, 3
 Хранение, 82
 Ш
 Шерсть, 74
 Э
 Экономика, 136
 Электростатическое поле, 119
 Энергия, 55
 Я
 Якутия, 35



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