

Вестник
АПК
Верхневолжская



В НОМЕРЕ

Современный экстерьер крупного рогатого скота ярославской породы

Интерьерные показатели и уровень аминокислот в гемолимфе пчёл при зимовке на цветочном, хлопковом и сахарном мёде

Техника и технологии повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями

Исследование энергоёмкости машин для работы с тепличным грунтом



**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
292.	Вестник АПК Верхневолжья	1998-1635	05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки), 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки), 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки), 06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (биологические науки), 06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки), 06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)	с 15.02.2021
			4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)	с 01.02.2022

Ссылка на Перечень ВАК (по состоянию на 20.07.2022 года):
<https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=12971>



Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»

Главный редактор

ГУСАР СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА – ректор ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, кандидат экономических наук, доцент (Ярославль, Россия)

Заместитель главного редактора

МОРОЗОВ ВАДИМ ВЛАДИМИРОВИЧ – проректор по учебной, научной, воспитательной работе, молодежной политике и цифровой трансформации ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, кандидат физико-математических наук (Ярославль, Россия)

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Акчурин Сергей Владимирович – доктор ветеринарных наук, доцент (Москва, 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 – кандидат 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 Габдуллоевич – доктор биологических наук, профессор (Москва, Россия)
Маннапова Рамзия Тимергалеевна – доктор биологических наук, профессор (Москва, Россия)
Миронова Ирина Валерьевна – доктор биологических наук, профессор (Уфа, 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 Иозепоовна – доктор биологических наук, доцент (Москва, Россия)
Сафронов Сергей Леонидович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Санкт-Петербург, Россия)
Скворцова Елена Гамеровна – кандидат биологических наук, доцент (Ярославль, Россия)
Сковородин Евгений Николаевич – доктор ветеринарных наук, профессор (Уфа, Россия)
Слынько Елена Евгеньевна – кандидат биологических наук (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)
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)
Ятуневич 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 Ярославская ГСХА

Адрес типографии:

Россия, 150042, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58

Подписано в печать: 26 сентября 2022 г.

Дата выхода в свет 30.09.2022 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 Agricultural Academy»

The Editor-in-chief

GUSAR SVETLANA ALEKSANDROVNA – Rector of the FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Candidate of Economics, Docent (Yaroslavl, Russia)

The Deputy Editor-in-chief

MOROZOV VADIM VLADIMIROVICH – Vice-Rector for Academic, Scientific, Educational Work, Youth Policy and Digital Transformation of the FSBEI HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Yaroslavl, Russia)

THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Akchurin Sergey Vladimirovich – Doctor of Veterinary Sciences, Docent (Moscow, Russia)

Baranova Nadezhda Sergeevna – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Karavaevo, Kostroma Region, Russia)

Belenkov Aleksey Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)

Vasilyev Aleksey Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Full Professor (Moscow, Russia)

Vlasova Olga Ivanovna – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Stavropol, Russia)

Gabidulin Vyacheslav Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences (Orenburg, Russia)

Gavrichenko Nikolay Ivanovich – Rector of the Educational Establishment "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine, Doctor of Agricultural Sciences, Docent (Vitebsk, Republic of Belarus)

Golovanova Irina Leonidovna – Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer (Borok, Yaroslavl Region, Russia)

Golubeva Anna Ivanovna – Doctor of Economics, 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 – Candidate 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)

Nikolaev Vladimir Anatolyevich – Doctor of Technical Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)

Novikova Tatyana Valentinovna – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor (Vologda, Russia)

Orlov Pavel Sergeevich – Doctor of Technical Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)

Pronina Galina Iozepovna – Doctor of Biological Sciences, Docent (Moscow, Russia)

Safronov Sergey Leonidovich – Doctor of Agricultural Sciences, Docent (St. Petersburg, Russia)

Skvortsova Elena Gamerovna – Candidate of Biological Sciences, Docent (Yaroslavl, Russia)

Skovorodin Evgeniy Nikolaevich – Doctor of Veterinary Sciences, Full Professor (Ufa, Russia)

Slyngo Elena Evgenyevna – Candidate of Biological Sciences (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)

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 SAA.

Printing house address: Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58

Passed for printing: 26.09.2022. **Printed:** 30.09.2022

Time planned: 15-00. **Actual time:** 15-00

Circulation: 1000 copies

Price is uncontrolled

16+

The journal is included into the List of peer-reviewed scientific publications, in which the main scientific results of dissertations for the degrees of Candidate of Sciences and Doctor of Sciences should published.

The journal is included in the database of the international information system AGRIS, as well as in the RSCI.

The edition is registered in Federal Agency of supervision of a compliance with law in sphere of mass communications and cultural heritage protection

The registration certificate: ПИ ФС77-28134 from April, 28th, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

С. С. Иванова Оптимизация технологии выращивания картофеля на основе обработки посадочного материала5

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

А. В. Давыдов, Н. А. Моргунов, М. К. Чугреев, И. С. Ткачева Северные олени таёжной зоны Западной Сибири 10

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И BIOTEХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Н. С. Фураева, Е. А. Зверева, Н. А. Шаехова Современный экстерьер крупного рогатого скота ярославской породы22

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

А. С. Давыдова, Е. Г. Федосенко Молочная продуктивность и воспроизводство скота ярославской породы разных линий30

Н. С. Баранова, Г. Е. Хоштария Пищевое поведение высокопродуктивных коров при использовании активатора рубцового пищеварения34

В. И. Косилов, И. В. Миронова Влияние генотипа тёлочек на морфологический состав туши40

А. Г. Маннапов, Х. Б. Юнусов, Х. А. Рашидов, Ш. Р. Суяркулов Интерьерные показатели и уровень аминокислот в гемолимфе пчёл при зимовке на цветочном, хлопковом и сахарном мёде46

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В. И. Загинайлов, Н. А. Стушкина, О. В. Лештаев, Е. А. Овсянникова, Т. А. Мамедов Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями54

А. О. Везилов Исследование энергоёмкости машин для работы с тепличным грунтом65

Р. Х. Кандроков, П. А. Бекшокова, Ю. С. Ерина Влияние исходной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы74

В. А. Николаев, И. В. Кряклина Определение диаметра перфорированной трубы для безударного попадания драже в отверстие82

В. А. Николаев Расчёт загрузки зерна элементами универсальной полуавтоматической роторной сушилки88

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В. В. Шмигель, А. С. Угловский Моделирование устройства компенсации реактивной мощности СТАТКОМ в электроэнергетической системе95

НАУКА ПРОИЗВОДСТВУ

В. В. Жолудева, И. А. Балыков, И. А. Хотько Оценка эффективности деятельности предприятия агробизнеса методами математического моделирования 104

Предметный указатель112

CONTENTS

FARMING AND CROP PRODUCTION

S. S. Ivanova Optimization of the Potato Growing Technology Based on the Processing of Planting Material5

BIOLOGICAL RESOURCES

A. V. Davydov, N. A. Morgunov, M. K. Chugreev, I. S. Tkacheva Reindeer of the Taiga Zone of Western Siberia10

BREEDING, SELECTION, GENETICS AND BIOTECHNOLOGY OF ANIMALS

N. S. Furaeva, E. A. Zvereva, N. A. Shaekhova Modern Exterior of Cattle of the Yaroslavl Breed22

VETERINARY SCIENCE AND ZOOTECHNICS

A. S. Davydova, E. G. Fedosenko Milk Producing Ability and Reproduction of Cattle of the Yaroslavl Breed of Different Lines30

N. S. Baranova, G. E. Khoshtariya Feeding Behavior of Highly Productive Cows when Using a Ruminant Digestion Activator34

V. I. Kosilov, I. V. Mironova Influence of the Heifer Genotype on the Morphological Composition of the Carcass40

A. G. Mannapov, H. B. Yunusov, H. A. Rashidov, S. R. Suyarkulov Interior Indicators and Amino Acid Levels in Bee Hemolymph when Wintering on Flower, Cotton and Sugar Honey46

TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V. I. Zaginaylov, N. A. Stushkina, O. V. Leshtae, E. A. Ovsyannikova, T. A. Mamedov Energy Efficiency Improvement of Manufacturing by Agricultural Enterprises54

A. O. Vezirov Investigation of Energy Intensity of Machines for Working with Greenhouse Soil65

R. Kh. Kandrov, P. A. Bekshokova Influence of Initial Moisture Content of Wheat-Triticale Grain Mixture in the Ratio 50/50% on Yield of Whole Wheat-Triticale Groats74

V. A. Nikolaev, I. V. Kryaklina Determination of Perforated Pipe Diameter for Nonimpact Entry of Dragee into Hole82

V. A. Nikolaev Calculation of Grain Loading by Elements of Universal Semi-Automatic Rotary Dryer88

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

V. V. Shmigel, A. S. Uglovskiy Simulation of Power Factor Correction Unit Statcom in Electric Power System ...95

SCIENCE TO PRODUCTION

V. V. Zholudeva, I. A. Balykov, I. A. Khotko Business Performance Review of an Agribusiness Enterprise by Mathematical Modeling Methods104

Subject index112

Научная статья
 УДК 635.21:631.531.01
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.001

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Светлана Степановна Иванова

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия
 s.ivanova@yarcx.ru

Реферат. В настоящее время неперенным условием интенсификации производства картофеля является разработка и применение экологически безопасных средств и технологий, повышающих урожайность и стабильно гарантирующих её объёмы даже при неблагоприятных погодных и фитосанитарных условиях. Достижение этой цели возможно путём внедрения обработки клубней защитными составами. Исследования проводились на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на посадках картофеля сорта Метеор. В статье описаны препараты, которые были использованы при предпосадочной обработке клубней картофеля. Цель исследований – выявление эффективности воздействия предпосевной обработки клубней картофеля различными препаратами на урожайность и качество продукции. Установлено, что при возделывании картофеля на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве наиболее эффективным оказалась обработка клубней картофеля протравителем Альбит. Его применение позволило увеличить показатели развития растений, снизить распространение и развитие фитофтороза, получить урожайность 14,5 т/га клубней с товарностью 77%.

Ключевые слова: картофель, обработка клубней, протравитель, биопрепарат, полевая всхожесть, густота стояния, площадь листьев, продуктивность, фитофтороз

OPTIMIZATION OF THE POTATO GROWING TECHNOLOGY BASED ON THE PROCESSING OF PLANTING MATERIAL

Svetlana S. Ivanova

Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia
 s.ivanova@yarcx.ru

Abstract. Currently, an indispensable condition for intensification of potato production is the development and use of environmentally friendly means and technologies that increase yield and stably guarantee its volumes even under unfavorable weather and phytosanitary conditions. Achieving this goal is possible by introducing treatment of tubers with protective compounds. The studies were carried out on the experimental field of the FSBEI HE Yaroslavl SAA on the plantings of potato variety Meteor. The article describes preparations that were used in the pre-plant treatment of potato tubers. The goal of researches is to identify the effectiveness of the effect of pre-sowing treatment of potato tubers with various preparations on yield and product quality. It was established that when cultivating potatoes on soddy podzolic gleyic middle loamy soil, the treatment of potato tubers with Albit seed potato dresser was the most effective. Its use made it possible to increase the indicators of plant development, reduce the distribution and development of late blight and obtain a yield of 14.5 t/ha of tubers with a marketability of 77%.

Keywords: potatoes, tuber treatment, seed potato dresser, biological preparation, field germination, degree of density, leaf area, productivity, late blight

Введение. Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура, обеспечивающая питание населения и продовольственную безопасность страны. Высокая значимость этого продукта подтверждается постоянным ростом его производства в мире и стабильным спросом. Площадь под картофелем в 2020 году в Ярослав-

ской области составляла 7931 га, при урожайности 17,9 т/га [1]. Картофель – это культура, у которой очень велика зависимость урожая от качества посадочного материала [2]. Учитывая то, что в условиях северо-запада России сравнительно короткий безморозный период, необходимы приёмы, которые ускоряли бы вегетацию картофеля, повышали

его урожайность и обеспечивали уборку в оптимальные сроки [3]. Вместе с тем всё большее внимание при современной технологии возделывания как семенного, так и продовольственного картофеля в нашей стране уделяется применению биологических препаратов. Они не загрязняют окружающую среду и способствуют росту урожайности картофеля и его качеству [4].

Цель исследований – выявление эффективности воздействия предпосевной обработки клубней картофеля различными препаратами на урожайность и качество продукции.

Материалы и методы исследований.

Опыт был заложен на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2017 г. Почва опытного участка дерново-подзолистая глееватая среднесуглинистая, мощность пахотного слоя 22 см. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,2%; рН – 4,8; содержание подвижного фосфора – 267,5 мг/кг, обменного калия – 141,8 мг/кг.

Схема опыта:

1. Контроль.
2. Престижитатор.
3. Альбит.

Площадь учётной делянки – 36 м². Общая площадь опыта – 336 м². В опыте использовались стандартные для региона технологические приёмы возделывания культур, кроме изучаемых. Предшественником являлся чистый пар. Посадку проводили 5 июня. Норма посадки – 47 тыс. шт./га, схема посадки – 70 x 30 см. Против сорняков проводили опрыскивание гербицидом Агритокс (0,8 л/га). Сорт картофеля – Метеор. Данный сорт является ранним, столового назначения. Вкусовые качества хорошие. Товарная урожайность составляет 20,9–40,4 т/га [5].

Престижитатор – инсекто-фунгицидный протравитель для обработки клубней картофеля перед посадкой. Защита картофеля от почвенных вредителей – проволочников, колорадского жука, тлей и одновременно от болезней – парши и ризоктониоза. Повышает устойчивость к неблагоприятным условиям и инфекциям. Преимущества препарата: имеет двойное действие, одной обработкой защищает картофель как от вредителей, так и от некоторых болезней; обладает длительным защитным действием против насекомых, что позволяет снизить число обработок инсектицидами; значительно улучшает товарные качества картофеля; оказывает стимулирующий противострессовый эффект на растение. Улучшает качество картофеля [6]. На рисунке 1 представлены клубни, обработанные Престижитатором.

Альбит – комплексный препарат нового поколения биологического происхождения, антистрессант, обладающий свойствами регулятора роста



Рисунок 1 – Обработанные клубни Престижитатором

и фунгицида. Применяется для обработки семян и при внекорневых обработках растений, снижает расход фунгицидов и протравителей, усиливает снабжение растений элементами питания, повышает засухоустойчивость растений на 10–60%. Обеспечивает стабильный урожай и повышает его качество при низкой стоимости обработок [6].

Все полевые и лабораторные исследования проводились согласно общепринятым методикам и ГОСТам [7; 8]. Для выявления достоверного влияния изучаемых факторов на исследуемые показатели проведён дисперсионный анализ.

Агрометеорологические условия в год исследований отличались от среднесезонных данных. В начале вегетации картофеля отмечались низкие температуры и избыточное увлажнение. В июле агрометеопараметры были близкими к среднесезонным данным. В конце вегетации отмечались высокие температуры и недостаток осадков, что в свою очередь сказалось на росте и развитии картофеля [9; 10].

Результаты исследований. Применение протравливания клубней картофеля перед посадкой способствовало увеличению показателей роста и развития растений. Данные представлены в таблице 1.

При полных всходах картофеля был проведён учёт полевой всхожести. При обработке Альбитом она увеличилась на 11,7%, на варианте с Престижитатором – на 10% по сравнению с контролем. Такие же изменения произошли на показателе густоты стояния растений. Обработка клубней практически не способствовала увеличению числа стеблей, их количество было практически одинаковым с контролем, но способствовала увеличению количества клубней в кусте. При обработке Альбитом количество клубней увеличилось в 1,7 раза, а при протравливании Престижитатором – в 1,4 раза. Такой показатель роста и развития растений, как высота растений, был практически одинаков на всём опыте и составил в среднем

Таблица 1 – Показатели роста и развития картофеля

Вариант	Полевая всхожесть, %	Густота стояния, шт./м ²	Количество, шт.		Высота растений, см	Площадь листьев, см ² /м ²
			стеблей	клубней		
Контроль	82,5	3,5	3,2	3,6	40,2	783,44
Альбит	94,2	4,0	3,9	6,0	40,9	1061,08
Престижитатор	92,5	3,9	3,4	5,2	40,6	891,89

40,6 см, что характерно для изучаемого сорта. В течение вегетации была определена площадь листьев на картофеле. Наибольшая площадь листьев картофеля отмечена на варианте с применением биологического протравителя – 1061,08 см²/м². Применение химического протравителя приводило также к увеличению данного показателя, но немного ниже, по сравнению с Альбитом, и составило 891,89 см²/м².

Наиболее распространённым заболеванием картофелем является фитофтороз. В ходе вегетационного периода было определено распространение и развитие фитофтороза на ботве картофеля (рис. 2 и 3).

Как видно из полученных нами данных, наибольшее распространение заболевания наблюдается на варианте без обработки клубней, что составляет 50%. Развитие болезни на данном варианте также было максимальным – 30% растений. Обработка клубней картофеля перед посадкой способствовала снижению заболеваемости и её распространению.

Так, при применении Альбита распространение фитофтороза было только на 27% растений картофеля при его развитии на 17% из них. На варианте с Престижитатором распространение забо-

левания картофеля фитофторозом уменьшилось на 25%, а его развитие – на 12% по сравнению с контролем.

В ходе проведённых исследований нами была получена максимальная урожайность в варианте с применением Альбита – 14,5 т/га, что на 5,5 т/га больше, чем на контроле. При использовании Престижитатора урожайность была немного ниже –



Рисунок 2 – Фитофтороз картофеля

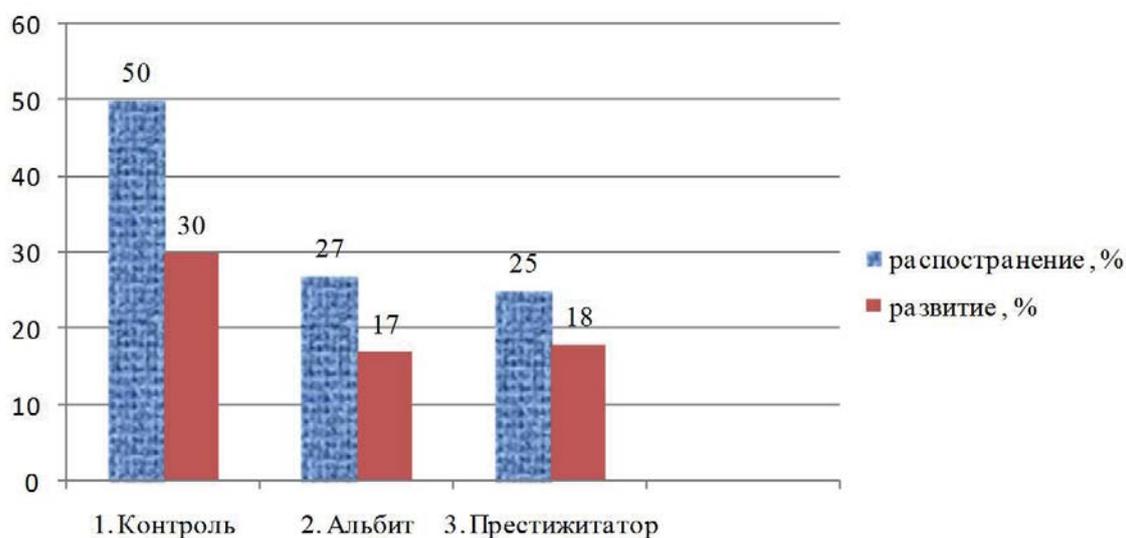


Рисунок 3 – Распространение и развитие фитофтороза на ботве картофеля

14,0 т/га. Товарность клубней составляла на вариантах с применением Альбита и Престижитатора 77 и 70% соответственно. Содержание крахмала возросло незначительно и находилось в пределах нормы для данного сорта.

Выводы. Таким образом, при возделывании картофеля на дерново-подзолистой глееватой

среднесуглинистой почве в условиях Ярославской области наиболее эффективной оказалась обработка клубней картофеля биопрепаратом Альбит. Его применение позволило увеличить показатели развития растений, снизить распространение и развитие фитофтороза, получить урожайность 14,5 т/га клубней с товарностью 77%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ярославская область. 2021: Стат. сб. / Ярославльстат. Ярославль, 2021. 404 с.
2. Усанова З. И., Смотаева Н. В., Филин В. В. [и др.] Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / под общ. ред. З. И. Усановой. Тверь : Триада, 2013. 528 с. ISBN 978-5-94789-600-8.
3. Мухаметшин И. Г. Сравнительная продуктивность сортов картофеля и влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность в условиях Среднего Предуралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01. Общее земледелие, растениеводство. Уфа, 2018. 20 с.
4. Устименко И. Ф. Влияние приёмов предпосадочной подготовки клубней на урожайность и качество картофеля // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С.64–66. ISSN 2073-0853.
5. Иванова С. С. Оценка действия биопрепаратов в агроценозах картофеля в условиях Нечернозёмной зоны России // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43). С. 10–13. ISSN 1998-1635.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации : справочное издание. М., 2021. 814 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 6-е., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М. : Альянс, 2011, 350 с. ISBN 978-5-903034-96-3.
8. Жевора С. В., Федотова Л. С., Старовойтов В. И. [и др.] Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / ФГБНУ ВНИИКХ. М. : ФГУП «Издательство «Наука», 2019. 120 с. ISBN 978-5-901282-26-7.
9. Обзор агрометеорологических условий за 2016–2017 сельскохозяйственный год по Ярославской области / Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ярославль, 2017. 38 с.
10. Альсмик П. И., Албросов А. Л., Вечер А. С. [и др.] Физиология картофеля / под ред. Б. А. Рубина. М. : Колос, 1979. 272 с.

References

1. Jaroslavskaja oblast'. 2021: Stat. sb. / Jaroslav'stat. Jaroslavl', 2021. 404 s.
2. Usanova Z. I., Samotaeva N. V., Filin V. V. [i dr.] Teorija i praktika sozdanija vysokoproduktivnyh posadok kartofelja v Central'nom Nечernozem'e / pod obshh. red. Z. I. Usanovoj. Tver' : Triada, 2013. 528 s. ISBN 978-5-94789-600-8.
3. Mukhametshin I. G. Sravnitel'naja produktivnost' sortov kartofelja i vlijanie predposadochnoj obrabotki klubnej na urozhajnost' v uslovijah Srednego Predural'ja : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.01. Obshhee zemledelie, rastenievodstvo. Ufa, 2018. 20 s.
4. Ustimenko I. F. Vlijanie prijomov predposadochnoj podgotovki klubnej na urozhajnost' i kachestvo kartofelja // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (65). S.64–66. ISSN 2073-0853.
5. Ivanova S. S. Ocenka dejstvija biopreparatov v agrocenozah kartofelja v uslovijah Nечernozjomnoj zony Rossii // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2018. № 3 (43). S. 10–13. ISSN 1998-1635.
6. Spisok pesticidov i agrohimiakatov, razreshennyh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii : spravocnoe izdanie. M., 2021. 814 s.
7. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta. Izd. 6-e., ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. M. : Al'jans, 2011, 350 s. ISBN 978-5-903034-96-3.
8. Zhevara S. V., Fedotova L. S., Starovojtov V. I. [i dr.] Metodika provedenija agrotehničeskikh opytov, uchetov, nabljudenij i analizov na kartofele / FGBNU VNI IKH. M. : FGUP «Izdatel'stvo «Nauka», 2019. 120 s. ISBN 978-5-901282-26-7.

9. Obzor agrometeorologičeskikh uslovij za 2016–2017 sel'skohozejstvennyj god po Jaroslavskoj oblasti / Jaroslavskij centr po gidrometeorologii i monitoringu okružhajushhej sredy. Jaroslavl', 2017. 38 s.

10. Al'smik P. I., Albrosov A. L., Večer A. S. [i dr.] Fiziologija kartofelja / pod red. B. A. Rubina. M. : Kolos, 1979. 272 s.

Сведения об авторе

Светлана Степановна Иванова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6750-6090.

Information about the author

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

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2021 ГОДУ
ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ**

ВОРОНИН А.Н., ТРУФАНОВ А.М., ЩУКИН С.В.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЗАГОТОВКИ КОРМОВ**

В монографии обобщён опыт научно-исследовательских и учебных учреждений по совершенствованию технологий заготовки кормов. Особое внимание уделяется вопросам совершенствования технологических операций по возделыванию кормовых культур с использованием инновационных технологических решений.

Издание предназначено для руководителей хозяйств и фермеров, специалистов сельского хозяйства, научных сотрудников, специализирующихся в области кормопроизводства, аспирантов и студентов сельскохозяйственных вузов.

УДК 636.085:631.17; ББК 42.2; ISBN 978-5-98914-239-2; 228 СТР.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ
ПО АДРЕСУ:**

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

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Научная статья
 УДК 639.111.4:574.34
 doi:10.35694/YARCSX.2022.59.3.002

СЕВЕРНЫЕ ОЛЕНИ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Андрей Васильевич Давыдов¹, Николай Александрович Моргун²,
 Михаил Константинович Чугреев³, Ирина Сергеевна Ткачева⁴**

^{1, 2, 3, 4}Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства,
 Москва, Россия

¹adavydov2012@yandex.ru

²Oxotkontr.m@mail.ru

³Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715

⁴Oxotkontr-tis@mail.ru, ORCID 0000-0002-7988-7112

Реферат. В статье приводятся данные о природных условиях обитания, статусе, распространении, численности, морфологии северных оленей таёжной зоны Западной Сибири. Анализируется состояние популяций дикого северного оленя, а также представлены сведения о его миграциях, местах обитания, образе жизни, половозрастной структуре, стадности, размножении, плодовитости, питании, болезнях. Дается краткое описание состояния оленеводства, приводится характеристика породного состава и морфологических особенностей домашних северных оленей.

Ключевые слова: дикий северный олень, домашний северный олень, Западная Сибирь, популяция, распространение, численность

REINDEER OF THE TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

**Andrey V. Davydov¹, Nikolay A. Morgunov²,
 Mikhail K. Chugreev³, Irina S. Tkacheva⁴**

^{1, 2, 3, 4}Federal Scientific Research Center of Hunting Economy Development, Moscow, Russia

¹adavydov2012@yandex.ru

²Oxotkontr.m@mail.ru

³Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715

⁴Oxotkontr-tis@mail.ru, ORCID 0000-0002-7988-7112

Abstract. The article provides data on the natural living conditions, status, distribution, abundance, morphology of reindeer in the taiga zone of Western Siberia. The state of wild reindeer populations is analyzed, as well as information on its migrations, habitats, lifestyle, gender-age structure, herding, reproduction, fertility, nutrition, diseases is presented. A brief description of the state of reindeer husbandry is given, a description of the breed composition and morphological features of domestic reindeer is given.

Keywords: wild reindeer, domestic reindeer, Western Siberia, population, distribution, number

Введение. Северный олень является неотъемлемым компонентом природы Севера и имеет важное значение как объект традиционного природопользования и жизнеобеспечения местного коренного населения. Активное освоение природных богатств в арктическо-таёжной полосе России, а также наблюдающиеся в последние годы климатические изменения, вызывающие потепление в северных широтах, оказывают существенное влияние на состояние популяций северного оленя и среду его обитания. Данное влияние приводит к изменениям различных популяционных характеристик вида: численности, пространственного размещения, поведения и пр. Все эти изменения

необходимо постоянно отслеживать и своевременно реагировать на них с целью дальнейшего применения мер, направленных на сохранение и приумножение ресурсов этого уникального во многих отношениях вида.

Авторы данной статьи поставили перед собой задачу с разных сторон осветить современное состояние лесных популяций дикого северного оленя в Западной Сибири, а также кратко охарактеризовать состояние домашнего оленеводства в регионе.

Материалы и методы. Методологической основой данной работы послужили научные положения, касающиеся состава и содержания иссле-

дований природных популяций животных. В ходе работы использовались литературные источники, ведомственные статистические материалы, каталоги охотничьих трофеев, данные лицензионного отстрела, опросные сведения, полученные от специалистов охотничьего хозяйства, сотрудников заповедников, оленеводов.

Для оценки краниологических показателей диких северных оленей Западной Сибири производились измерения черепов оленей из коллекции зоомузея МГУ по методике И. И. Соколова, 1937 [1].

Результаты исследования.

Статус, распространение, численность

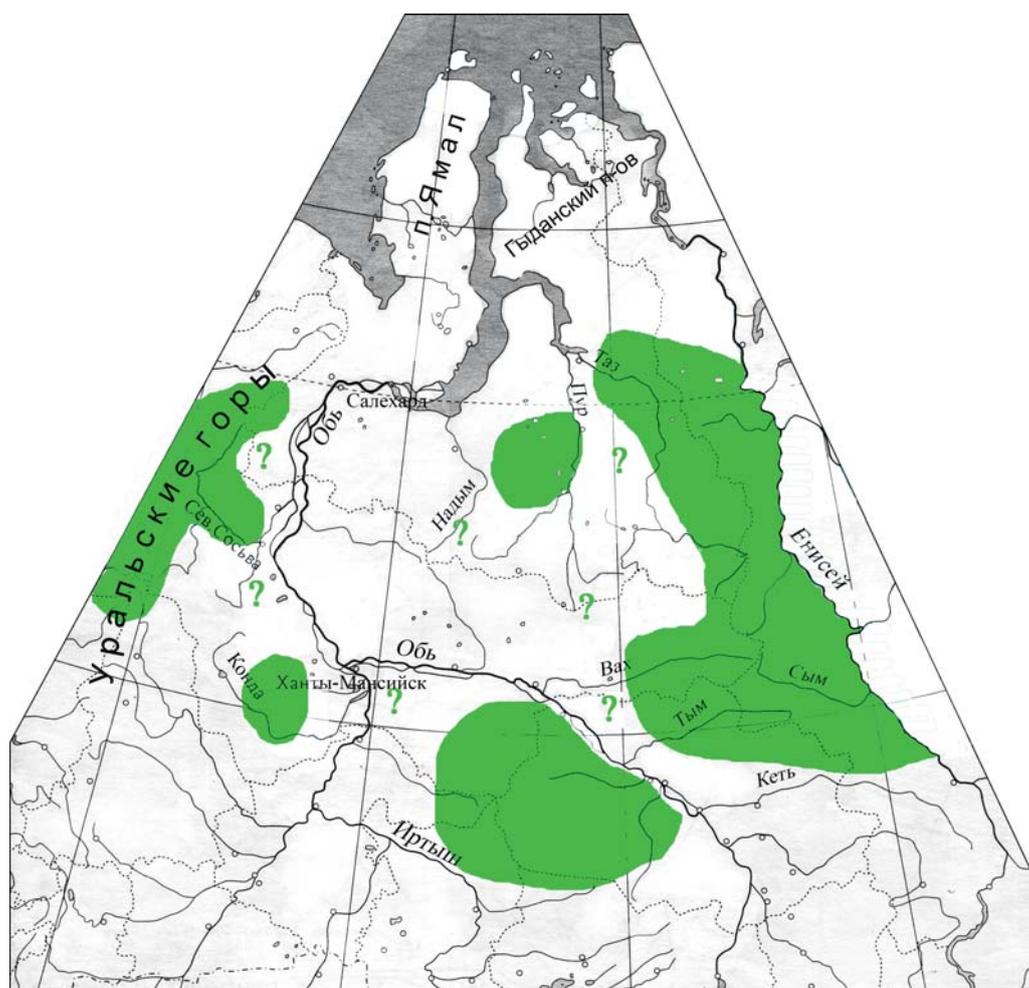
Дикого северного оленя таёжной зоны Западной Сибири относят к подвиду *R. t. valentinae* – лесной сибирский северный олень [2; 3; 4].

Наиболее крупные очаги обитания оленей в Западно-Сибирской равнине находятся ближе к её периферийным краям (рис. 1). В её центральной части территория сильно заселена и трансформи-

рована из-за наличия здесь крупных месторождений газа и нефти, которые активно разрабатываются и используются.

В северной части таёжной зоны Западной Сибири дикие северные олени встречаются в междуречье Надыма, Пура и Таза. Здесь находится ареал надымской популяции, которая ещё пару десятилетий назад была крупнейшей в таёжной зоне Западной Сибири. Исторически сложилось, что к востоку от Надыма оленеводство не получило широкого развития (основные районы оленеводства расположены севернее и западнее), чем, видимо, можно объяснить причину относительного благополучия надымской популяции дикого северного оленя в недалёком прошлом [5]. С началом регулярных учётов этой популяции (1967 г.) и до середины 90-х годов прошлого века её численность неуклонно росла, достигнув величины 27 тыс. особей [6], но в последующем стала снижаться.

В 90-х годах прошлого века в популяции выделяли две группировки – надымо-пуровскую и пур-



Условные обозначения:
 ■ – основные территории обитания лесных популяций дикого северного оленя;
 ? – места возможных встреч оленя.

Рисунок 1 – Распространение дикого северного оленя в таёжной зоне Западной Сибири

тазовскую. Ареал надымо-пуровской группировки занимал среднюю часть бассейна Надыма и его левых притоков и простирался от р. Пурпе на юге до рек Бол. Хояха и Табьяха – на севере; ареал пур-тазовской группировки охватывал территорию к востоку от Пура между р. Часелькой на юге и р. Бол. Хадырьяха – на севере [7]. В настоящее время ареал надымо-пуровской группировки в основном ограничивается территорией государственного природного заказника «Надымский» [8]. Пур-тазовская группировка, вероятно, как отдельная популяционная единица, перестала существовать и вошла в состав крупной енисейской популяции. В 2020 г. численность оленей в Надымском и Пуровском районах оценивалась в количестве около 3,7 тыс. особей [9].

В западной части региона дикий северный олень преимущественно встречается в горах и предгорьях Восточного Урала, причём в зимний период стада оленей заходят сюда с западных склонов Урала.

В последние годы, по сообщениям специалистов охотничьего хозяйства ХМАО, наблюдается рост численности оленей как в горно-таёжной, так и равнинной частях северного Зауралья на территории Березовского района. По их оценкам, численность оленя в этом районе превышает 2300 особей. Около 500 оленей обитает в соседнем Шурьшкарском районе ЯНАО.

В горно-таёжной части олени стали встречаться в традиционных местах выпаса домашнего оленя. Положительную роль в увеличении численности дикого северного оленя на Урале, безусловно, сыграло создание национального парка «Югыд ва» на территории Республики Коми.

Самый южный очаг обитания дикого северного оленя на Восточном Урале находится на северо-западе Свердловской области (Ивдельский район) – в нём насчитывают около сотни оленей.

В равнинной тайге олени встречаются в бассейнах рек Северная Сосьва и Конда, где, соответственно, выделяют сосьвинскую и кондинскую популяции оленей. На рубеже столетий (1984–2002 гг.) численность животных в сосьвинской популяции составляла 800 особей, в кондинской – около 4,7 тыс. особей [10]. К 2010 году численность кондинской популяции сократилась до 160 особей, численность сосьвинской примерно осталась на том же уровне [11]. В настоящее время отмечается рост численности оленей сосьвинской популяции, ареал которой сомкнулся с ареалом горно-таёжных оленей, при этом численность кондинской популяции по-прежнему остаётся на низком уровне.

В южной части распространения дикого северного оленя в Западной Сибири выделяется обь-иртышская популяция, которая занимает обширный

район на стыке Тюменской, Омской, Новосибирской, Томской областей и ХМАО. Относительная сохранность и благополучие этой популяции во многом обеспечивается наличием в местах обитания оленей сильнозаболоченных и малолюдных территорий. Наиболее заселены оленем территории к северу от р. Васюган. В начале 2000-х годов численность обь-иртышской популяции оценивалась в количестве 4,5–4,7 тыс. особей [12; 13; 14]. В настоящее время, по данным госмониторинга, её численность может составлять около 7–7,5 тыс. особей.

Самый крупный очаг обитания дикого северного оленя в Западной Сибири находится в её восточной части, в ареале так называемой енисейской популяции. Границы данной популяции охватывают Тазовский и Красноселькупский районы ЯНАО, восточную часть ХМАО, северо-восточную часть Томской области и части Туруханского и Енисейского районов Красноярского края, расположенных на левом берегу Енисея. Южная граница ареала популяции, очевидно, пролегает по междуречью Мал. Каса и Сочура [15]. Северная граница примерно доходит до района озёр Бол. и Мал. Советские (уст. сообщение директора заповедника «Центральносибирский» П. В. Кочкарёва).

До начала текущего века единого сплошного ареала обитания дикого северного оленя в восточной части Западной Сибири не было, а выделялись два очага: на севере и юге, которые разделялись между собой в районе Сибирских Увалов. В 2000 г. в расположенном в районе Сибирских Увалов Верхне-Тазовском заповеднике оленей, обитавших здесь ранее, уже не отмечали и в целом ситуацию с оленем оценивали, как катастрофическую [16].

На тот период численность оленей в северном очаге оценивалась в количестве 1,5 тыс. особей на территории Красноселькупского района [17] и 500–600 особей – на территории Туруханского района [18]. К этому периоду местная группировка оленей перестала пополняться мигрирующими оленями, приходящими с севера и северо-востока, из-за деградации крупных тундровых популяций на Гыдане и Западном Таймыре.

В южном очаге в начале 2000-х годов выделяли несколько группировок [18]: верхнесымскую (около 1000 особей), касскую (400–500 особей), елогуйско-келлогскую (до 1500 особей).

За 20 лет ситуация с лесным северным оленем в восточной части Западной Сибири существенно улучшилась. В этой связи интересно сообщение О. Б. Степановой [19] в 2019 г., в котором дословно цитируются наблюдения сотрудников Верхне-Тазовского заповедника: «Селькупы, кто рядом с заповедником живёт, раньше могли одного в год дикого оленя добыть, в период становления заповедника, в конце 1980-х – начале 1990-х, и то

не каждый. Тогда редко появлялись дикие олени, единичные встречи были, важеньки с телятами... А теперь по территории заповедника уже целые стада дикого оленя ходят. И соответственно, когда они на сопредельную территорию выходят, их бьют десятками, десятками стреляют. ...Сейчас с юга подтяжка дикого оленя идёт, там такие тропы мощные, и с востока, шириной метра по два. Причём тропы идут с юга, а не с севера, откуда-то с Хантов, с Нижневартовского района, в верховья Покольки, в верховья Ратты. ...Дикий олень был всегда, но численность его начала расти где-то в 2004 г. Основной олень идёт здесь (в районе с. Красноселькуп – О. С.). В верховья приходят стада в 20 голов, а в район Сидоровска – от 700 до 1,5 тыс. голов. В прошлое лето Таз переплыло стадо в пять тысяч голов, с востока пришло. Оленя дикого – во! Особенно в северной части».

В настоящее время, по данным госмониторинга, численность енисейской популяции может оцениваться в количестве 40–50 тыс. особей, из них порядка 10 тыс. особей насчитывается на территории Туруханского района, 10 тыс. особей – в Тазовском и Красноселькупском районах ЯНАО, 7,5 тыс. особей – в Енисейском районе Красноярского края, 17 тыс. особей – в Томской области (правобережье Оби), 3 тыс. особей – в ХМАО (Нижневартовский район).

Морфологическая характеристика

Лесные дикие олени Западной Сибири характеризуются довольно крупными размерами (рис. 2).

Данные по морфологическим показателям лесных диких северных оленей Западной Сибири представлены в таблицах 1–4.

Доля комолых самок, по данным промысловых выборок, в надымско-пуровской группировке составляет около 12% [20].

Особенности экологии

Миграции, места обитания, образ жизни. Лесные северные олени Западной Сибири протяжённых миграций не совершают, хотя активно перемещаются при смене сезонных пастбищ и при беспокойстве со стороны хищников и человека [20]. В прошлом относительно протяжённые миграции совершали олени надымской популяции. Олени заходили далеко на север и выпасались в летний период в тундрах Тазовского полуострова [5]. Отмечалась особенность в миграциях оленей, населяющих южную часть лесотундры в бассейне р. Таз, – в зимнее время олени откочёвывали не к югу, а к северу, где снежный покров ниже [22]. В последние десятилетия территория Тазовского полуострова интенсивно используется под пастбища домашнего оленя, что, очевидно, стало основной причиной прекращения миграций дикого северного оленя в тундру.

Пространственное размещение и характер миграций оленей надымской популяции изучались В. С. Мирутенько [7]. По его сведениям, с начала сентября олени начинают уходить к местам зимовок. Места гона приурочены к верховьям рек и их водоразделам и часто совпадают с местами отёла. Подавляющее большинство оленей зимний период



Северный олень

Фото: Е. Стрельников

Рисунок 2 – Олень Юганского заповедника

Таблица 1 – Размеры тела и живая масса диких северных оленей кондинской и надымской популяций [20]

Показатель	Популяция			
	Кондинская		Надымская	
	Взр. самцы (<i>n</i> = 4)	Взр. самки (<i>n</i> = 9)	Взр. самцы (<i>n</i> = 30)	Взр. самки (<i>n</i> = 30)
Длина тела, см	200,8±5,72	175,5±3,89	191,6±2,05	182,4±1,16
Длина хвоста, см	19,7±2,95	16,7±0,47	18,6±0,23	14,8±0,27
Длина уха, см	13,5±0,46	12,6±0,21	13,4±0,57	12,7±0,15
Длина ступни, см	62,9±1,16	59,8±0,59	61,2±0,57	58,9±0,36
Живая масса, кг	142,0±7,79	87,9±3,02	120,4±5,25	101,9±1,29

Таблица 2 – Размеры черепа диких северных оленей сосьвинской популяции (из коллекции Зоомузея МГУ)

Промеры	Взр. самец	Взр. самка
Наибольшая длина, мм	409	391
Основная длина, мм	373	353
Кондилобазальная длина, мм	394	382
Длина лицевой части, мм	251	244
Наибольшая ширина, мм	168	158
Ширина на уровне межчелюстных костей, мм	76	69
Скуловая ширина, мм	144	139
Ширина между надушными буграми, мм	135	131
Ширина затылочной плоскости, мм	110	100
Расстояние между затылочными мыщелками, мм	80	76
Длина верхнего ряда зубов, мм	90	98
Наименьшая ширина носовых костей, мм	32	28
Наибольшая ширина носовых костей, мм	63	56
Длина носовых костей, мм	142	127
Длина лобных костей, мм	123	117
Длина диастемы верхней челюсти, мм	142	127
Высота затылочной плоскости, мм	60	63

Таблица 3 – Масса туш диких северных оленей ЯНАО, по данным лицензионных отстрелов, в 1998–2001 гг., кг

Наименование района	Возрастные группы					
	сеголетки		годовики		взрослые	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
Надымский	23,0 (<i>n</i> = 4)	25,0 (<i>n</i> = 2)	39,9 (<i>n</i> = 41)	38,0 (<i>n</i> = 16)	55,5 (<i>n</i> = 140)	45,9 (<i>n</i> = 69)
Пуровский	26,0 (<i>n</i> = 23)	22,6 (<i>n</i> = 9)	40,2 (<i>n</i> = 119)	38,7 (<i>n</i> = 59)	53,5 (<i>n</i> = 469)	44,9 (<i>n</i> = 234)
Красноселькупский	28,1 (<i>n</i> = 8)	29,2 (<i>n</i> = 5)	36,6 (<i>n</i> = 23)	35,7 (<i>n</i> = 19)	54,0 (<i>n</i> = 160)	44,4 (<i>n</i> = 101)

проводят в лиственничном редколесье в долинах рек южнее ж/д магистрали Надым – Нов. Уренгой. Зимой олени предпочитают открытые пространства, на которых снег уплотнён, что облегчает животным передвижение, но при сильных морозах они тяготеют к лесным участкам. Во время отте-

пелей часто выпасаются на проталинах болот. Весенние миграции у надымских оленей начинаются в марте.

В период наблюдений олени, зимующие в южной части (бассейн р. Танлова, междуречье Лев. Хетты и Надыма), к середине марта – на-

Таблица 4 – Характеристика трофейных рогов ($n = 3$) дикого северного оленя ЯНАО [21]

Промеры	$\bar{X} \pm m$
Внутренний размах, см	69,13±3,39
Длина рогов, см	100,02±0,72
Ширина надглазничной лопасти, см	26,08±1,74
Ширина концевой лопасти, см	8,38±1,12
Окружность рога между 1 и 2 отростками, см	13,25± 0,51
Окружность рога между 4 и 5 отростками, см	16,02±2,05

чалу апреля смещались на северо-восток к р. Б. Ямсовей и верховьям р. Ягнетта на традиционные места отёла. Примерно половина от всего состава группировки оставалась на летовку в местах зимовки или отёла, остальная половина переходила ж/д магистраль и рассредоточивалась в бассейнах рек Ныда, Нгарка-Табьяха, Еваяха. Максимальный размах сезонных миграций не превышал 150 км.

По другим популяциям дикого северного оленя Западной Сибири имеются следующие сведения.

Олени сосвинской популяции, проводящие летний период на левобережье Оби, с наступлением холодного периода в конце сентября откочевывают на запад и юг к притокам Конды: Юконде, Муломье и др., а весной, с апреля, возвращаются обратно [22; 23; 5].

Олени кондинской группировки в апреле – мае двигаются в западном, северо-западном и северном направлениях к предгорьям Урала и отчасти занимают зимние станции сосвинской популяции, а на зиму возвращаются обратно в бассейн среднего течения р. Конды, где зимуют в борах-беломошниках [24].

Олени обь-иртышской популяции в летний период широко расходятся по междуречью, а в осенне-зимний период собираются в верховья рек Демьянки, Тары и Васюгана [25].

Об особенностях образа жизни оленей енисейской популяции имеются сообщения М. А. Жукова [18]. По его сведениям, зимние скопления оленей начинают распадаться во второй половине марта – апреле (севернее линии Сибирских Увалов этот процесс может задерживаться на одну – две недели). Первыми с зимних станций к местам отёлов

уходят стельные самки. Отельные места располагаются по южным склонам грив и холмов, опушкам болот с прогретыми на солнце проталинами. По окончании отёла самки с новорождёнными переходят в более защищённые места, расположенные преимущественно в сомкнутых тёмных лесах. С началом цветения зелени олени занимают долины рек, берега озёр, болота, предпочитая места с густыми ивняками. В конце лета, когда в изобилии появляются грибы и созревают ягоды, олени вновь занимают лесные участки. В сентябре начинают формироваться гаремные стада. Места гона обычно протекают в одних и тех же местах, преимущественно на небольших болотах среди леса.

Зимой олени предпочитают собираться на водоразделах, покрытых лишайниковыми борами, при этом нередко образуются очень крупные скопления (причём здесь могут смешиваться животные из разных группировок). При прочном насте нередко держатся в пойменных ельниках, где основным кормом для них служат древесные лишайники. Строгой привязанности к определённым местам зимовок у оленей нет.

Половозрастная структура, стадность. Сведения о возрастном составе и стадности лесных северных оленей Западной Сибири представлены в таблицах 5–7.

В 70–80-х годах прошлого века соотношение полов на промысле оленей в ЯНАО составляло от 1:2,02 до 1:3 [20; 27; 28].

Размножение, плодовитость. В таёжной зоне Западной Сибири гон у дикого северного оленя начинается с 10–20-х чисел сентября [5; 18]. По данным А. Г. Куприянова [20], гон у оленей надымской популяции в среднем проходит с 20-х чисел

Таблица 5 – Возрастной состав в популяциях лесных диких северных оленей Западной Сибири, %

Популяция	Телята	Молодняк 1–2 лет	Взрослые
Надымская [20]	20	15	65
Обь-Иртышская, $n = 276$ [26]	19,9	24,6	55,5 (самцы – 13,1; самки – 42,4)

Таблица 6 – Стадность диких северных оленей надымской популяции [27]

Показатель	Значение показателя			
	3–10	10–30	30–50	70–300
Стадность, особей	3–10	10–30	30–50	70–300
Число встреч, ед.	10	13	8	7

Таблица 7 – Стадность диких северных оленей в таёжной зоне ЯНАО в апреле 1977–1978 гг. [28]

Показатель	Количество животных в группах, особей		
	2–40	41–100	свыше 100
Количество групп, %	73,4 (<i>n</i> = 91)	12,9 (<i>n</i> = 16)	13,7 (<i>n</i> = 17)
Среднее количество животных в группе, особей	17	66	147

сентября до конца октября. Размер гаремных стад – 4–30 особей. Сроки отёла – конец апреля – начало июня.

На Северном Урале пик отёла приходится на 20–25 мая [23]. У оленей Приенисейской тайги к югу от Сибирских Увалов начало отёла отмечается в первых числах мая, пик – со второй половины мая, окончание – в середине июня [18].

В надымской популяции из 66 добытых на промысле важенков (ноябрь – декабрь 1979 года)

12 были яловыми (18,2%) [20]. Из анализа другой промысловой выборки – 1,68% самок имели по 2 эмбриона [28].

Питание. В зимнем питании оленей Западной Сибири отмечено высокое содержание доли ягеля (табл. 8). По результатам анализа содержимого рубцов оленей надымской популяции (*n* = 94) было установлено, что у 56% животных доля ягеля в зимнем рационе превышает 70%, у 37% животных – равна 50–70% [29].

Таблица 8 – Состав кормовых групп в рубцах диких северных оленей (*n* = 51) Обь-Иртышского междуречья в декабре – марте 1977–1986 гг. [30], %

Ягель (живая часть)	Ягель (мёртвая часть)	Ветошь (осоково-злаковая)	Кустарнички (древесные части)	Кустарнички (остатки листьев)	Зелёный мох*	Багульник	Неясные примеси*
57,7	2,6	21,0	12,3	1,2	–	3,3	–

Примечание: * – отмечено наличие в 45,5% проб; ** – отмечено наличие в 81,8% проб.

Болезни. У диких северных оленей Западной Сибири регистрировались вспышки пастереллёза [31]. На рубеже XIX–XX столетий на севере Тобольской губернии отмечалась гибель оленей от сибирской язвы [32].

По данным А. Г. Куприянова [33], около 50% оленей надымской популяции поражены цистицеркозом, единичные особи – эхинококкозом.

Домашний северный олень

В настоящее время оленеводство отдельными очагами распространено по всей таёжной зоне Западной Сибири, за исключением самых восточных районов приенисейской тайги. Следует отметить, что оленеводство для местных кочевых народов не являлось приоритетным занятием, поскольку не менее, а может быть и более важное место в их повседневной жизни занимали охота и рыболовство. Лесные кочевники Западной Сибири со-

держали небольшие – в несколько голов – стада оленей, которые служили им, прежде всего, в качестве транспорта и дополнительного источника питания.

Единственное место, где лесное оленеводство получило широкое развитие, – это область в бассейнах рек Сев. Сосьва, Ляпин и Казым. Разведением оленей в этой части Западной Сибири занимаются коми, ненцы и ханты. В тёплый период года значительная часть поголовья оленей перегоняется из лесной зоны на горно-тундровые пастбища Приполярного и Северного Урала.

Местных оленей относят к казымскому (ханты-мансийскому) экотипу ненецкой породы, при этом они являются и самыми мелкими среди всех домашних оленей (табл. 9). По масти казымские олени светлее других оленей ненецкой породы. Светло-бурые тона встречаются у 64,3% живот-

Таблица 9 – Размеры тела и живая масса лесных домашних северных оленей Западной Сибири [35]

Промеры	Взр. самцы ($n = 16$)	Взр. самки ($n = 16$)
Высота в холке, см	105,4	95,3
Длина туловища, см	116,6	107,4
Обхват груди, см	126,2	116,3
Ширина груди, см	26,5	23,4
Глубина груди, см	44,9	39,2
Длина передней ноги, см	60,5	56,4
Обхват пясти, см	13,5	11,2
Длина головы, см	41,0	34,8
Ширина головы, см	14,7	13,1
Живая масса, кг	119,3	90,3

Таблица 10 – Размеры черепа таёжных домашних северных оленей Западной Сибири [34]

Промеры	Взр. самцы ($n = 6$)	Взр. самки ($n = 4$)
Наибольшая длина, мм	373,1	342,8
Основная длина, мм	338,2	305,0
Длина лицевой части, мм	215,7	196,4
Наибольшая ширина, мм	170,5	155,8
Ширина на уровне межчелюстных костей, мм	60,1	53,1
Скуловая ширина, мм	137,6	126,8
Ширина между надушными буграми, мм	129,8	110,9
Ширина затылочной плоскости, мм	92,5	76,8
Расстояние между затылочными мыщелками, мм	72,3	67,9
Длина верхнего ряда зубов, мм	89,4	86,8
Наименьшая ширина носовых костей, мм	31,2	29,0
Наибольшая ширина носовых костей, мм	63,5	60,0
Длина лобных костей, мм	154,7	145,0
Высота затылочной плоскости, мм	92,8	83,9

ных, тёмно-бурые и бурые – у 34,5%, серые – у 1,2% [34].

На востоке Западной Сибири разведением и содержанием оленей занимаются селькупы и эвенки [36].

Основное поголовье лесных домашних оленей выпасается на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Количество домашних оленей в округе в 2016 г. составляло 53,7 тыс. оленей [37].

Выводы. В целом состояние лесного дикого северного оленя в Западной Сибири можно охарактеризовать как благополучное – былую численность лишь не восстановили надымская и кондинская популяции. Заметно выросла численность

дикого северного оленя в Зауралье и на востоке региона в бассейне верхнего и среднего течения Таза, а также в междуречье Оби и Енисея к югу от Таза. Обеспокоенность вызывает состояние популяций этого вида в центральной части Западной Сибири, где расположены крупные газо-нефтяные месторождения и имеется развитая инфраструктура (вахтовые посёлки, города, дороги, магистральные трубопроводы). В районах газонефтедобычи необходимо вести постоянный мониторинг состояния популяций и пастбищ дикого северного оленя, усилить меры его охраны, создать особо охраняемые природные территории в основных очагах его обитания и местах миграций.

Список источников

1. Соколов И. И. Половозрастная и расовая изменчивость черепа дикого и домашнего северного оленя // Сов. Оленеводство. 1937. Вып. 9. С. 9–101.
2. Флеров К. К. Кабарги и олени // Фауна СССР. Млекопитающие. М.-Л., 1952. Т. 1, вып. 2. С. 222–247.
3. Гептнер В. Г., Насимович А. А., Банников А. Г. Млекопитающие Советского Союза. Т. 1. Парнокопытные и непарнокопытные. Род северных оленей. М. : Высш. школа, 1961. С. 299–360.
4. Соколов И. И. (ред.) Млекопитающие фауны СССР. Ч. 2. М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 1008–1012.
5. Сыроечковский Е. Е. Северный олень. М. : Агропромиздат, 1986. 256 с.
6. Куприянов А. Г. Группировки дикого северного оленя северной тайги Западной Сибири // Северный олень в России, 1982-2002 гг. : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 162–169. ISBN 5-86021-046-9.
7. Мирутенко В. С. Предложения по сохранению надымской популяции дикого северного оленя в районе строительства и эксплуатации Ямсовейского ГКМ и прилегающих территорий (отчёт, не опубликован). М. : ЦНИЛ, 1992. 35 с.
8. Розенфельд С. Б., Холодова М. В. Северный олень в ЯНАО: специфика сохранения угрожаемых диких популяций в зависимости от уровня генетических особенностей и разнообразия // Нац. парк «Гыданский». Летопись природы за 2020 г. Книга XVI. Тазовский, 2021. С. 48–71. URL: <https://gdanskiynp.ru/> (дата обращения: 21.01.2022).
9. Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2020 году. URL: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/115140/> (дата обращения: 15.03.2022).
10. Новиков В. П., Пустоваров Н. Ф., Махов С. А. Состояние популяций дикого северного оленя в тайге Нижнего Приобья // Северный олень в России, 1982-2002 : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 144–161. ISBN 5-86021-046-9.
11. Новиков В. П. Проблемы сохранения и восстановления кондинской популяции лесного северного оленя // Вестник охотоведения. 2011. Т. 8, № 2. С. 148–154.
12. Азаров В. И., Афанасьев Г. П. Дикий северный олень на юге Тюменской области // Северный олень в России, 1982-2002 гг. : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 139–143. ISBN 5-86021-046-9.
13. Сидоров Г. Н., Крючков В. С., Мишкин Б. И. [и др.] Северный олень Омской области // Северный олень в России, 1982-2002 гг. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 218–220. ISBN 5-86021-046-9.
14. Осадчий К. П. Дикий северный олень в Томской области // Северный олень в России, 1982-2002 гг. : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 224. ISBN 5-86021-046-9.
15. Беляков А. В. Экологические основы сохранения видового разнообразия и ресурсов наземных позвоночных Енисейской равнины : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск : КГУ, 2004. 25 с.
16. Сыроечковский Е. Е., Рогачева Э. В. Верхне-Тазовский заповедник // Заповедники России. Заповедники Сибири. II. М., Логата, 2000. С. 32–46.
17. Ширшов С. М. Современное состояние ресурсов дикого северного оленя в Ямало-Ненецком автономном округе // Северный олень в России, 1982-2002 гг. : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 170–177. ISBN 5-86021-046-9.
18. Жуков М. А. Биолого-ресурсная оценка популяций дикого северного оленя приенисейской тайги : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. : ИПЭЭ, 2000. 20 с.
19. Степанова О. Б. Особенности современной охоты северных селькупов в интерпретации сотрудников Верхне-Тазовского государственного заповедника // Кунсткамера. 2019. № 4 (6). С. 241–252. ISSN 2618-8619.
20. Куприянов А. Г. Дикий северный олень Западной Сибири (биология, использование, охрана) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. : ВНИИ природа, 1988. 19 с.
21. Каталоги охотничьих трофеев // Природа, охота и охотничьи трофеи : 1-ая Международная выставка. М. : ПИК «Максима», 2002, 2003.
22. Насимович А. А. Роль режима снежного покрова в жизни копытных животных на территории СССР. М. : Изд-во АН СССР, 1955. 403 с.
23. Шаргаев М. А. Дикий северный олень Обь-Иртышского Севера // Дикий северный олень. Бюл. науч.-техн. инф. НИИСХ Крайнего Севера. 1976. Вып. 12–13. С. 91–93.
24. Азаров В. И. О миграциях и изменении мест зимовок диких северных оленей в бассейне р. Конды // Дикий северный олень. Бюл. науч.-техн. инф. НИИСХ Крайнего Севера. 1976. Вып. 12–13. С. 3–5.
25. Фертиков В. И., Тихонов А. А., Новиков В. В. Современное состояние популяций и численность дикого северного оленя в России // Северный олень в России, 1982-2002 гг. : сб. статей. М. : Триада-Фарм, 2003. С. 56–73. ISBN 5-86021-046-9.
26. Белов С. Н. Плотность и структура популяции дикого северного оленя Обь-Иртышского междуречья // Ресурсы животного мира Сибири. Охотничье-промысловые звери и птицы : сб. науч. тр. Новосибирск : Наука, 1990. С. 191–194. ISBN 5-02-029550-7.

27. Вронский Н. В., Куприянов А. Г. Дикий северный олень Ямало-Ненецкого автономного округа // Копытные фауны СССР. М. : Наука, 1980. С. 80.
28. Бахмутов В. А., Середонин Ю. С. Структура популяции диких северных оленей в Ямало-Ненецком автономном округе // Копытные фауны СССР. М. : Наука, 1980. С. 77–78.
29. Куприянов А. Г. Питание дикого северного оленя на севере Западной Сибири // Ресурсы, экология и рациональное использование диких северных оленей в СССР : сб. науч. тр. Новосибирск : Изд-во Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1990. С. 127–135.
30. Белов С. Н. Питание дикого северного оленя Обь-Иртышского междуречья зимой // Экология, морфология, использование и охрана диких копытных. М., 1989. Ч. 1. С. 162–164.
31. 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.
32. Лайшев К. А., Мухачев А. Д., Колпачиков Л. А. [и др.] Северные олени Таймыра : монография. Новосибирск : ООО «Ревик-К», 2002. 340 с. ISBN 5-7007-0161-8.
33. Куприянов А. Г. К характеристике некоторых инвазионных заболеваний диких северных оленей на севере Западной Сибири // Болезни и паразиты диких животных : сб. статей ВНИИ охраны природы и заповедного дела. М., 1992. С. 157–162.
34. Южаков А. А., Мухачев А. Д. Этническое оленеводство Западной Сибири: ненецкий тип : монография. Новосибирск : Изд-во Россельхозакадемия, 2001. 112 с. ISBN 5-94306-019-7.
35. Яковлев В. К., Мухачев А. Д. Зоотехническая характеристика северных оленей совхоза «Казымский» Ханты-Мансийского автономного округа // Домашний северный олень: вопросы экологии, морфологии, ветеринарии : сб. науч. тр. Новосибирск : Изд-во Сибирское отделение РАСХН, 1991. С. 60–69.
36. Клоков К.Б. Оленеводство и оленеводческие народы Севера России. Часть II. Север средней Сибири. СПб., 2001. URL: http://www.rangifer.org/turu_history.shtml (дата обращения: 07.07.2015).
37. Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.03.2022).

References

1. Sokolov I. I. Polovozrastnaja i rasovaja izmenchivost' cherepa dikogo i domashnego severnogo olenja // Sov. Olenevodstvo. 1937. Vyp. 9. S. 9–101.
2. Flerov K. K. Kabargi i oleni // Fauna SSSR. Mlekopitajushhie. M.-L., 1952. T. 1, vyp. 2. S. 222–247.
3. Geptner V. G., Nasimovich A. A., Bannikov A. G. Mlekopitajushhie Sovetskogo Sojuza. T. 1. Parnokopytnye i neparnokopytnye. Rod severnyh olenej. M. : Vyssh. shkola, 1961. S. 299–360.
4. Sokolov I. I. (red.) Mlekopitajushhie fauny SSSR. Ch. 2. M.-L. : Izd-vo AN SSSR, 1963. S. 1008–1012.
5. Syroechkovskij E. E. Severnyj olen'. M. : Agropromizdat, 1986. 256 s.
6. Kupriyanov A. G. Gruppirovki dikogo severnogo olenja severnoj tajgi Zapadnoj Sibiri // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 162–169. ISBN 5-86021-046-9.
7. Mirutenko V. S. Predlozhenija po sohraneniju nadymskoj populjicii dikogo severnogo olenja v rajone stroitel'stva i jekspluatcii Jamsovejskogo GKM i prilegajushhh territorij (otchjot, ne opublikovan). M. : CNIL, 1992. 35 s.
8. Rozenfel'd S. B., Kholodova M. V. Severnyj olen' v JaNAO: specifika sohraneniya ugrozhaemyh dikih populjacij v zavisimosti ot urovnja geneticheskikh osobennostej i raznoobrazija // Nac. park «Gydanskij». Letopis' prirody za 2020 g. Kniga XVI. Tazovskij, 2021. S. 48–71. URL: <https://gdanskiynp.ru/> (data obrashhenija: 21.01.2022).
9. Doklad ob jekologicheskoj situacii v Jamalo-Neneckom avtonomnom okruge v 2020 godu. URL: <https://dprp.yanao.ru/documents/active/115140/> (data obrashhenija: 15.03.2022).
10. Novikov V. P., Pustovarov N. F., Makhov S. A. Sostojanie populjacij dikogo severnogo olenja v tajge Nizhnego Priob'ja // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 144–161. ISBN 5-86021-046-9.
11. Novikov V. P. Problemy sohraneniya i vosstanovleniya kondinskoj populjicii lesnogo severnogo olenja // Vestnik ohotovedeniya. 2011. T. 8, № 2. S. 148–154.
12. Azarov V. I., Afanas'ev G. P. Dikij severnyj olen' na juge Tjumenskoj oblasti // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 139–143. ISBN 5-86021-046-9.
13. Sidorov G. N., Kryuchkov V. S., Mishkin B. I. [i dr.] Severnyj olen' Omskoj oblasti // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. M.: Triada-farm, 2003. S. 218–220. ISBN 5-86021-046-9.
14. Osadchij K. P. Dikij severnyj olen' v Tomskoj oblasti // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 224. ISBN 5-86021-046-9.
15. Belyakov A. V. Jekologicheskie osnovy sohraneniya vidovogo raznoobrazija i resursov nazemnyh pozvonochnyh Enisejskoj ravniny : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Krasnojarsk : KGU, 2004. 25 s.

16. Syroechkovskij E. E, Rogacheva Eh. V. Verhne-Tazovskij zapovednik // Zapovedniki Rossii. Zapovedniki Sibiri. II. M., Logata, 2000. S. 32–46.
17. Shirshov S. M. Sovremennoe sostojanie resursov dikogo severnogo olenja v Jamalo-Neneckom avtonomnom okruge // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 170–177. ISBN 5-86021-046-9.
18. Zhukov M. A. Biologo-resursnaja ocenka populjacij dikogo severnogo olenja prienisejskoj tajgi : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M. : IPJeJe, 2000. 20 s.
19. Stepanova O. B. Osobennosti sovremennoj ohoty severnyh sel'kupov v interpretacii sotrudnikov Verhne-Tazovskogo gosudarstvennogo zapovednika // Kunstkamera. 2019. № 4 (6). S. 241–252. ISSN 2618-8619.
20. Kupriyanov A. G. Dikij severnyj olen' Zapadnoj Sibiri (biologija, ispol'zovanie, ohrana) : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M. : VNII priroda, 1988. 19 s.
21. Katalogi ohotnich'ih trofeev // Priroda, ohota i ohotnich'i trofei : 1-aja Mezhdunarodnaja vystavka. M. : PIK «Maksima», 2002, 2003.
22. Nasimovich A. A. Rol' rezhima snezhnogo pokrova v zhizni kopytnyh zhivotnyh na territorii SSSR. M. : Izd-vo AN SSSR, 1955. 403 s.
23. Shargaev M. A. Dikij severnyj olen' Ob'-Irtyskogo Severa // Dikij severnyj olen'. Bjul. nauch.-tehn. inf. NIISH Krajnego Severa. 1976. Vyp. 12–13. S. 91–93.
24. Azarov V. I. O migracijah i izmenenii mest zimovok dikih severnyh olenej v bassejne r. Kondy // Dikij severnyj olen'. Bjul. nauch.-tehn. inf. NIISH Krajnego Severa. 1976. Vyp. 12–13. S. 3–5.
25. Fertikov V. I., Tikhonov A. A., Novikov B. V. Sovremennoe sostojanie populjacij i chislennost' dikogo severnogo olenja v Rossii // Severnyj olen' v Rossii, 1982-2002 gg. : sb. statej. M. : Triada-Farm, 2003. S. 56–73. ISBN 5-86021-046-9.
26. Belov S. N. Plotnost' i struktura populjicii dikogo severnogo olenja Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ja // Resursy zhivotnogo mira Sibiri. Ohotnich'e-promyslovyje zveri i pticy : sb. nauch. tr. Novosibirsk : Nauka, 1990. S. 191–194. ISBN 5-02-029550-7.
27. Vronskij N. V., Kupriyanov A. G. Dikij severnyj olen' Jamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga // Kopytnye fauny SSSR. M. : Nauka, 1980. S. 80.
28. Bakhmutov V. A., Seredonin Yu. S. Struktura populjicii dikih severnyh olenej v Jamalo-Neneckom avtonomnom okruge // Kopytnye fauny SSSR. M. : Nauka, 1980. S. 77–78.
29. Kupriyanov A. G. Pitanie dikogo severnogo olenja na severe Zapadnoj Sibiri // Resursy, jekologija i racional'noe ispol'zovanie dikih severnyh olenej v SSSR : sb. nauch. tr. Novosibirsk : Izd-vo Sibirskoe otdelenie VASHNIL, 1990. S. 127–135.
30. Belov S. N. Pitanie dikogo severnogo olenja Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ja zimoj // Jekologija, morfologija, ispol'zovanie i ohrana dikih kopytnyh. M., 1989. Ch. 1. S. 162–164.
31. 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 VNII ohr. prirody i zapoved. dela. M., 1992. S. 4–11.
32. Lajshev K. A., Mukhachev A. D., Kolpashchikov L. A. [i dr.] Severnye oleni Tajmyra : monografija. Novosibirsk : OOO «Revik-K», 2002. 340 s. ISBN 5-7007-0161-8.
33. Kupriyanov A. G. K karakteristike nekotoryh invazionnyh zabojevanij dikih severnyh olenej na severe Zapadnoj Sibiri // Bolezni i parazity dikih zhivotnyh : sb. statej VNII ohrany prirody i zapovednogo dela. M., 1992. S. 157–162.
34. Yuzhakov A. A., Mukhachev A. D. Jetnicheskoe olenevodstvo Zapadnoj Sibiri: neneckij tip : monografija. Novosibirsk : Izd-vo Rossel'hoz akademija, 2001. 112 s. ISBN 5-94306-019-7.
35. Yakovlev V. K., Mukhachev A. D. Zootehničeskaja karakteristika severnyh olenej sovhoza «Kazymskij» Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga // Domashnij severnyj olen': voprosy jekologii, morfologii, veterinarii : sb. nauch. tr. Novosibirsk : Izd-vo Sibirskoe otdelenie RASHN, 1991. S. 60–69.
36. Klovov K. B. Olenevodstvo i olenevodčeskie narody Severa Rossii. Chast' II. Sever srednej Sibiri. SPb., 2001. URL: http://www.rangifer.org/turu_history.shtml (data obrashhenija: 07.07.2015).
37. Vserossijskaja sel'skohozjajstvennaja perepis' 2016 g. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (data obrashhenija: 15.03.2022).

Сведения об авторах

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

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

Михаил Константинович Чугреев – доктор биологических наук, главный специалист отдела мониторинга и опытных работ в охотничьем хозяйстве, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр развития охотничьего хозяйства», spin-код: 7139-8979.

Ирина Сергеевна Ткачева – кандидат биологических наук, главный специалист отдела мониторинга и опытных работ в охотничьем хозяйстве, 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 Scientific Research Center of Hunting Economy Development", adavydov2012@yandex.ru.

Nikolay A. Morgunov – Director, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Research Center of Hunting Economy Development", spin-code: 2849-2069.

Mikhail K. Chugreev – Doctor of Biological Sciences, chief specialist of the Department of Monitoring and Experimental Work in the Hunting Industry, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Research Center of Hunting Economy Development", spin-code: 7139-8979.

Irina S. Tkacheva – Candidate of Biological Sciences, chief specialist of the Department of Monitoring and Experimental Work in the Hunting Industry, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Research Center of Hunting Economy Development", 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 636.271.061
 doi:10.35694/YARCSX.2022.59.3.003

СОВРЕМЕННЫЙ ЭКСТЕРЬЕР КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОДЫ

**Нина Серафимовна Фураева¹, Евгения Анатольевна Зверева²,
 Надежда Алексеевна Шаехова³**

^{1, 2, 3}Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия

^{1, 2}«Ярославское» по племенной работе, Ярославль, Россия

¹furaevan@yandex.ru

²zvereva@yandex.ru

³n.muraveva@yarcx.ru

Реферат. В статье представлен анализ экстерьера крупного рогатого скота ярославской породы в динамике за 150 лет. Были использованы следующие методы оценки экстерьера: взятие промеров, глазомерный и линейный. По сравнению с первыми обследованиями животных ярославской породы в 1871–1888 гг., экстерьер чистопородных коров (без прилития крови других пород) существенно изменился. Современных чистопородных животных ярославской породы отличает крупный рост, хорошо развитый костяк, глубокое растянутое туловище, плотная конституция. Значительно улучшилась постановка задних конечностей. По форме вымени чистопородные коровы ярославской породы стали пригодны к машинному доению. Первотёлки ярославской породы характеризуются достаточно развитым, объёмным выменем с высоким прикреплением задних долей. Дно вымени расположено значительно выше уровня скакательного сустава. Наблюдается хорошо развитая центральная связка вымени. Средняя комплексная оценка по изучаемой выборке составила 80,3 балла, что соответствует категории «Хорошо с плюсом». При линейной оценке типа экстерьера были выявлены следующие недостатки: крышеобразный крестец, слабые бабки, наличие дополнительных сосков. Между показателями продуктивности и промерами тела была изучена корреляционная зависимость. Наиболее эффективным будет ведение селекции одновременно по надюю, живой массе, высоте в холке и глубине туловища, поскольку наиболее продуктивные чистопородные коровы ярославской породы обладают высоким ростом, глубоким туловищем и хорошо развитой задней частью тела, способствующей лучшему развитию вымени.

Ключевые слова: ярославская порода, экстерьер, линейная оценка, промеры экстерьера коров, индексы телосложения

MODERN EXTERIOR OF CATTLE OF THE YAROSLAVL BREED

Nina S. Furaeva¹, Evgeniya A. Zvereva², Nadezhda A. Shaekhova³

^{1, 2, 3}Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

^{1, 2}"Yaroslavskoye" for Breeding Work, Yaroslavl, Russia

¹furaevan@yandex.ru

²zvereva@yandex.ru

³n.muraveva@yarcx.ru

Abstract. The article presents the exterior of cattle of the Yaroslavl breed in dynamics over 150 years. The following methods of exterior evaluation were used: taking measurements, ocular and linear one. Compared to the first surveys of animals of the Yaroslavl breed in 1871–1888, the exterior of purebred cows (without the influx of blood from other breeds) has changed significantly. Modern purebred animals of the Yaroslavl breed are distinguished by large growth, a well-developed skeleton, a deep stretched body, a heavy body. The setting of the hind limbs has improved significantly. In terms of udder shape, purebred cows of the Yaroslavl breed are suitable for machine milking. The first-calf heifers of the Yaroslavl breed are characterized by a fairly developed, voluminous udder with high attachment of the hind lobes. The bottom of the udder is located well above the level of the hock. A well-developed central udder ligament is observed. The average comprehensive assessment for the studied sample was 80.3 points, which corresponds to the category "Good with a plus". In the linear assessment of the exterior type, the following defects of the exterior were identified: peaked rump,

weak pasterns, the presence of additional nipples. A correlation relationship was studied between productivity measures and body measurements. The most effective will be to conduct breeding simultaneously for milk yield, live weight, height at the withers and depth of the body, since the most productive purebred cows of the Yaroslavl breed have high growth, a deep body and a well-developed hindquarters contributing to the better development of the udder.

Keywords: *Yaroslavl breed, exterior, linear assessment, exterior measurements, body indices*

Введение. Оценка экстерьера животных занимает важное место в племенной работе в молочном скотоводстве. Это объясняется тем, что внешний осмотр животного, при определённых навыках, даёт надёжное представление о крепости его конституции и здоровье, а, следовательно, о пригодности к длительному и интенсивному хозяйственному использованию. Экстерьерная оценка позволяет в общих чертах судить о типе животного, направлении его продуктивности. Своевременное выявление и исключение из селекционного процесса животных с серьёзными недостатками и пороками экстерьера предотвратит их накопление в стадах и распространение в породе.

Задача селекции заключается в формировании стад коров, обладающих превосходным здоровьем и крепкой конституцией, необходимыми для долголетия, получения высокой молочной продуктивности и ежегодного рождения телят.

Ярославская порода крупного рогатого скота – одна из лучших и старейших отечественных пород молочного направления продуктивности.

Впервые в специальной литературе название «ярославский скот» появилось в середине XIX века. Позднее оно встречается в отчёте комиссии по устройству 1-й Всероссийской выставки крупного рогатого скота в Петербурге в 1869 г., на которой был представлен ярославский скот, и где он получил высокую оценку. По описанию выставочной комиссии, коровы ярославской породы были среднего роста и очень молочные [1].

По происхождению ярославская порода считается отродьем великорусского скота и представляет собой обособившуюся популяцию, созданную путём разведения в себе при целенаправленном селекционном отборе и подборе.

Исследования и изучение иммуногенетических маркеров, стойко сохраняющихся в процессе эволюции, показало, что аллелофонд ярославского скота значительно отличается от других пород [2; 3; 4].

В настоящее время ярославская порода крупного рогатого скота разводится в 9 регионах Российской Федерации и составляет 1,5% от общего поголовья. Основными центрами, где ведётся селекционно-племенная работа по совершенствованию породы, являются Ярославская, Ивановская, Вологодская и Тверская области.

Обособленность и уникальность выведения ярославского скота в условиях северного климата при довольно скудных условиях кормления отразились на размерах и экстерьере животных.

Для животных характерна чёрная или чёрная в загаре масть, с белой окраской головы, нижней части ног и чёрными «очками» вокруг глаз, допускается белое брюхо.

В описании многих авторов XIX и XX веков скот ярославской породы характеризуется следующим образом:

- голова лёгкая, сухая с удлинённой лицевой частью, довольно широким, плоским лбом, развитым макушечным гребнем, широкими ганашами и в большинстве с тёмным носовым зеркалом;
- шея узкая с широкими складками кожи;
- грудь довольно глубокая, но узкая, иногда с перехватами за лопатками;
- спина прямая, широкая;
- таз широкий, хорошо развитый, но у многих свислый, крышеобразный, встречается шилозадость;
- ноги по высоте средние или низкие с тонким костяком, часто сближены в скакательных суставах, встречается клюшеновость и иксообразная постановка ног;
- брюхо развито («утробное»);
- молочные вены и колодцы средней величины;
- вымя средней величины, соски цилиндрической формы, передние широко расставлены, задние чаще всего сближены, встречается довольно много особей с рудиментарными сосками.

Целью наших исследований стало изучение современного экстерьера чистопородного скота ярославской породы.

Методика. Экстерьер был оценён у 108 чистопородных (без прилития крови иных пород) коров-первотёлок ярославской породы на 2–5 месяце после отёла в 6 племенных хозяйствах Ярославской области (АО «Племзавод «Ярославка», ООО племзавод «Горшиха», ЗАО «Новый путь», ФГУП «Григорьевское», ООО «Агроцех», ПСХК «Дружба»).

При оценке экстерьера чистопородного скота ярославской породы были использованы следующие методы: взятие промеров, глазомерный и линейный методы.

Линейная оценка проводилась в соответствии с [5]. Согласно данной методике описывались 16 обязательных и 2 дополнительных признака. Каждый из учитываемых признаков имел самостоятельное значение и оценивался изолированно от других по шкале от 1 до 9 баллов. Общую оценку по комплексу признаков устанавливали с учётом удельного веса признаков в общей оценке по 100-балльной шкале.

Результаты. По мере улучшения кормления и условий содержания, а также в результате целенаправленной племенной работы скот ярославской породы претерпел существенные изменения. Повысились его продуктивные качества, значительно улучшился экстерьер.

По сравнению с первыми обследованиями животных ярославской породы в 1871–1888 гг. (табл. 1) скот существенно изменился [6]. Высота в холке и крестце значительно увеличилась (на 12,5 и 22,1 см соответственно). Необходимо отметить, что у коров уменьшается свислозадость и улучшается постановка задних ног, об этом говорит постепенное увеличение преобладания промера высоты в крестце над высотой в холке.

Животные стали более растянутыми, что подтверждается увеличением промеров косой длины туловища к 1912 году на 18,2 см. Длина таза, по сравнению с 1871 г., выросла на 15,5 см. Произошло увеличение объёма туловища коров, промеры обхвата груди за лопатками и глубины выросли на 30,2 и 9,9 см соответственно.

Улучшилась крепость конституции, обхват пясти увеличился на 4,3 см, ширина груди за лопатками – на 13,6 см, ширина в маклоках – на 6,3 см.

Животных отличает крупный рост, хорошо развитый костяк, глубокое растянутое туловище, плотная конституция. На рисунке 1 представлена динамика изменения основных промеров, характеризующих экстерьер животных.

В современных условиях интенсификации технологических процессов производства молока на первый план выходит пригодность коров к промышленной технологии, и, в частности, к машинному доению, т.е. учитывается состояние молочной железы [7; 8; 9]. Развитие вымени взрослых коров изучаемой выборки характеризуется следующими показателями (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что чистопородные первотёлки ярославской породы характеризуются достаточно развитым, объёмным выменем с высоким прикреплением задних долей. Дно вымени расположено значительно выше уровня скакательного сустава. Наблюдается хорошо развитая центральная связка вымени. Длина сосков составляет в среднем 5,5 см. В целом по форме вымени чистопородные коровы ярославской породы пригодны к машинному доению.

Исходя из показателей промеров, вычислены индексы телосложения коров (табл. 3). Рассчитанные индексы длинноногости (44,0%), грудной и тазогрудной (59,3 и 85,4% соответственно) свидетельствуют о хорошем развитии грудной клетки и предрасположенности коров изучаемой выборки к молочному типу конституции. Индекс сбитости (117,3%) является хорошим показателем развития массы тела, а индекс перерослости (103,1) свидетельствует о пропорциональности телосложения ярославских коров.

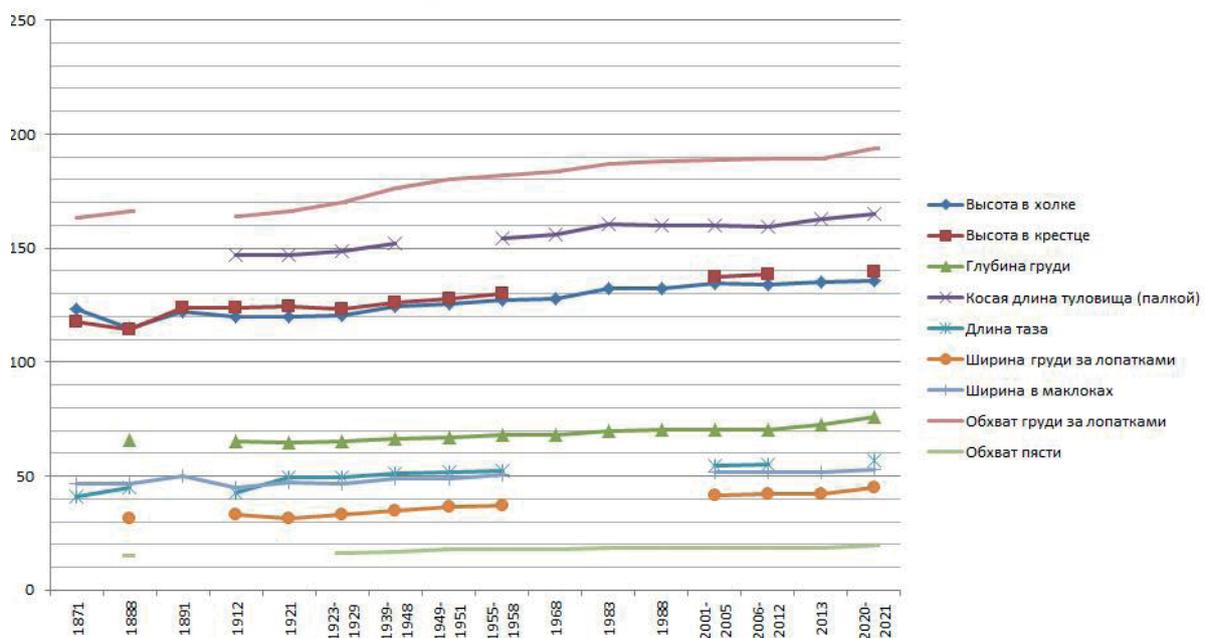


Рисунок 1 – Динамика изменения промеров чистопородных ярославских коров

Таблица 2 – Показатели промеров вымени чистопородных коров-первотёлок ярославской породы

Промеры вымени	M±m	Cv, %
Высота прикрепления задних долей вымени, см	19,5±0,3	16,8
Ширина задних долей вымени, см	14,4±0,4	25,7
Борозда вымени, см	2,2±0,2	30,9
Положение дна вымени, см	13,5±0,2	29,6
Длина передних долей вымени, см	18,5±0,3	15,1
Длина сосков, см	5,5±0,1	20,5

Таблица 3 – Индексы телосложения чистопородных коров-первотёлок ярославской породы, %

Индекс	Значение индекса
Длинноногости	44,0
Растянутости	121,8
Тазогрудной	85,4
Грудной	59,3
Сбитости	117,3
Перерослости	103,1
Костистости	14,4

Между показателями продуктивности и промерами тела была изучена корреляционная зависимость. Между надоем молока и промерами, характеризующими развитие грудной клетки (глубина туловища, ширина груди и обхват груди за лопатками), установлена статистически значимая положительная взаимосвязь. Это ещё раз подтверждает, что животные с объёмной грудной клеткой обладают более высокими надоями (табл. 4).

Между надоем и высотными промерами (высота в холке и крестце) также прослеживается положительная корреляционная связь ($P < 0,001$).

Корреляция между живой массой и промерами, анатомически определяющими массу тела животного (высота в холке, глубина туловища, косая длина туловища, обхват груди за лопатками), положительная, устойчивая и статистически значимая.

Наиболее эффективным будет ведение селекции одновременно по надое, живой массе, высоте в холке и глубине туловища, поскольку наиболее продуктивные чистопородные коровы ярославской породы обладают высоким ростом, глубоким туловищем и хорошо развитой задней частью тела, способствующей лучшему развитию вымени.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость между промерами тела и основными показателями продуктивности чистопородных коров-первотёлок ярославской породы

Промеры	Надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг
Высота в холке	0,35***	-0,06	-0,11	0,30**
Высота в крестце	0,33***	-0,10	-0,20*	0,16
Глубина туловища	0,75***	0,10	-0,13	0,40***
Косая длина туловища (палкой)	0,17	-0,03	-0,04	0,24*
Длина крестца	0,19*	-0,23*	-0,20*	0,13
Ширина груди за лопатками	0,30**	0,30*	0,15	0,18
Ширина в маклоках	0,003	0,11	0,17	0,18
Обхват груди за лопатками	0,32**	0,10	0,09	0,27**
Обхват пясти	0,17	-0,25**	-0,14	0,17

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ по t -критерию.

Таблица 5 – Линейная оценка экстерьера коров изучаемой выборки (n = 108)

Признак экстерьера	Чистопородные первотёлки ярославской породы, M±m	Рекомендуемые данные для ярославской породы согласно [5]
Оценка признака изолированно от других по 9-балльной шкале		
Рост (в крестце), см	139,8±0,5	140–142
Глубина туловища, балл	7,2±2,1	7
Ширина груди, балл	6,0±0,5	7–8
Молочный тип, балл	7,7±0,1	7–8
Положение таза, балл	4,5±0,2	5–6
Ширина таза, балл	6,0±0,2	6–7
Постановка задних ног (вид сбоку), балл	4,7±0,1	5
Высота пятки, балл	5,9±0,1	6–7
Постановка задних ног (вид сзади), балл	4,3±0,1	8
Прикрепление передних долей вымени, балл	5,2±0,2	8–9
Глубина вымени, балл	6,3±0,2	6–7
Длина передних долей, балл	4,6±0,3	9
Высота задних долей вымени, балл	5,2±0,3	9
Центральная связка, балл	5,4±0,2	9
Расположение передних сосков, балл	4,2±0,1	5
Расположение задних сосков, балл	4,8±0,1	5
Длина передних сосков, балл	5,5±0,1	5–6
Обмускуленность, балл	5,9±0,2	5
Общая оценка по 100-балльной шкале		
Объём туловища	81,8±0,1	–
Молочные признаки	81,7±0,2	–
Ноги	78,9±0,1	–
Вымя	80,3±0,2	–
Общая оценка	80,3±0,1	–

Для характеристики коров по отдельным признакам экстерьера была проведена его линейная оценка (табл. 5). Для сравнения были использованы рекомендуемые данные для ярославского скота согласно [5].

Из данных таблицы 5 видно, что исследуемые животные обладают глубоким туловищем, о чём свидетельствуют полученные баллы – 7,2. Рост коров находится в рекомендуемых методикой пределах. Первотёлки имеют средний по уровню наклон таза, что является типичным показателем для данной породы.

Коровы изучаемой выборки характеризуются относительно хорошей постановкой конечностей. У них практически не наблюдается саблистости, большинство животных имело средний изгиб задних конечностей (4,7 балла). Однако при оценке постановки задних ног (вид сзади) у исследуемых коров отмечается выраженное сближение конечностей в скакательном суставе.

Для животных характерна чашеобразная форма вымени со средневыраженной глубиной

центральной связки. Животные с ваннообразной формой вымени встречаются, но в меньшем количестве. Прикрепление задних долей высокое, что сокращает риск травмирования вымени.

Большое значение при автоматизированном доении уделяют правильному расположению сосков. У животных изучаемой выборки передние и задние соски расположены практически в центре четвертей вымени.

Важным признаком при оценке первотёлок является выраженность молочных форм. При этом оцениваются следующие признаки: острота холки, расстояние между рёбрами, наклон рёбер, плоскость костей [7; 8; 9]. Коровы изучаемой выборки обладают хорошо выраженным молочным типом конституции, о чём свидетельствует установленный средний балл по этому признаку – 7,7.

На основании оценки групп признаков был установлен комплексный класс, границы которого находятся в пределах от 78,1 до 82,6 баллов. Средняя комплексная оценка по изучаемой выборке составила 80,3 балла, что соответствует категории

«Хорошо с плюсом». При линейной оценке типа экстерьера были выявлены следующие недостатки экстерьера: крышеобразный крестец, слабые бабки, наличие дополнительных сосков.

Выводы. Правильное применение результатов оценки типа телосложения при селекции способствует повышению продуктивности коров, лёгкому протеканию отёлов и увеличению продолжительности хозяйственного использования.

Такие признаки, как «длина передних долей вымени», «постановка задних ног» (вид сзади) и «центральная связка» могут быть значительно улучшены у чистопородных ярославских коров при целенаправленном отборе и подборе быков по этим показателям.

В целом ярославская порода имеет своеобразный экстерьер и масть, отличные от других пород и стойко передающиеся по наследству.

Список источников

1. Круглов А. И., Мухачев А. С. Ярославский скот. М. : Сельхозиздат, 1963. 344 с.
2. Моноенков М. И. Ярославская порода скота. Ярославль : Верх.-Волж. кн. изд-во, 1974. 279 с.
3. План селекционно-племенной работы с ярославской породой крупного рогатого скота в РСФСР на 1986–1995 гг. / Росплемобъединение, Всерос. НИИ плем. дела, Ярослав. НИИ животноводства и кормопроизводства. М. : ВНИИплем, 1986. 116 с.
4. Зиновьева Н. А., Сермягин А. А., Доцев А. В. Современный взгляд на историю происхождения и состояние генофонда отечественных пород скота с использованием геномного анализа // Информационный бюллетень / НП «Национальный союз племенных организаций». 2018. № 3. С. 18–23.
5. Методика оценки телосложения крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. М., 2017. 24 с.
6. Корнев М. М. [и др.] Селекционно-племенные мероприятия по сохранению и совершенствованию ярославской породы крупного рогатого скота на 2013–2020 годы. Ярославль : Изд-во «Канцлер», 2013. 240 с.
7. Москаленко Л. П., Муравьева Н. А., Фураева Н. С. Особенности и эффективность селекции высокопродуктивных коров с учетом ряда признаков : монография. Ярославль : ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2012. 146 с. ISBN 978-5-98914-110-4.
8. Москаленко Л. П., Стефаниди М. С., Коновалов А. В. Типы телосложения коров ярославской породы. Ярославль : Изд-во ФГОУ ВПО ЯГСХА, 2006. 129 с. ISBN 5-98914-031-2.
9. Стефаниди М. С. Особенности типов телосложения коров Ярославской породы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : специальность 06.02.01 «Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных». Ярославль, 2005. 24 с.

References

1. Kruglov A. I., Mukhachev A. S. Jaroslavskij skot. M. : Sel'hozizdat, 1963. 344 s.
2. Monoenkov M. I. Jaroslavskaja poroda skota. Jaroslavl' : Verh.-Volzh. kn. izd-vo, 1974. 279 s.
3. Plan selekcionno-plemennoj raboty s jaroslavskoj porodoj krupnogo rogatogo skota v RSFSR na 1986–1995 gg. / Rosplemob#edinenie, Vseros. NII plem. dela, Jaroslav. NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. M. : VNI-Iplem, 1986. 116 s.
4. Zinov'eva N. A., Sermyagin A. A., Dotsev A. V. Sovremennyy vzgljad na istoriju proishozhdenija i sostojanie genofonda otechestvennyh porod skota s ispol'zovaniem genomnogo analiza // Informacionnyj bjulleten' / NP «Nacional'nyj sojuz plemennyh organizacij». 2018. № 3. S. 18–23.
5. Metodika ocenki teloslozhenija krupnogo rogatogo skota molochnogo i molochno-mjasnogo napravlenij produktivnosti / Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii. M., 2017. 24 s.
6. Korenev M. M. [i dr.] Selekcionno-plemennye meroprijatija po sohraneniju i sovershenstvovaniju jaroslavskoj porody krupnogo rogatogo skota na 2013–2020 gody. Jaroslavl' : Izd-vo «Kancler», 2013. 240 s.
7. Moskalenko L. P., Murav'eva N. A., Furaeva N. S. Osobennosti i jeffektivnost' selekcii vysokoproduktivnyh korov s uchetom rjada priznakov : monografija. Jaroslavl' : FGBOU VPO «Jaroslavskaja GSXA», 2012. 146 s. ISBN 978-5-98914-110-4.
8. Moskalenko L. P., Stefanidi M. S., Konovalov A. V. Tipy teloslozhenija korov jaroslavskoj porody. Jaroslavl' : Izd-vo FGOU VPO JaGSXA, 2006. 129 s. ISBN 5-98914-031-2.
9. Stefanidi M. S. Osobennosti tipov teloslozhenija korov Jaroslavskoj porody : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk : special'nost' 06.02.01 «Diagnostika boleznej i terapija zhivotnyh, patologija, onkologija i morfologija zhivotnyh». Jaroslavl', 2005. 24 s.

Сведения об авторах

Нина Серафимовна Фураева – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель генерального директора, Акционерное общество «Ярославское» по племенной работе; профессор кафедры зоотехнии, Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», AuthorID: 463283.

Евгения Анатольевна Зверева – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя информационно-аналитического отдела по селекции и племенной работе, Акционерное общество «Ярославское» по племенной работе; доцент кафедры зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия» spin-код: 5527-1186.

Надежда Алексеевна Шаехова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 5115-5831.

Information about the authors

Nina S. Furaeva – Doctor of Agricultural Sciences, the Assistant to the General Director, Joint stock company "Yaroslavskoe" for breeding work; Professor of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", AuthorID: 463283.

Evgenia A. Zvereva – Candidate of Agricultural Sciences, deputy director of the information-analytical Department for selection and breeding, Joint stock company "Yaroslavskoe" for breeding work; Associate Professor of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 5527-1186.

Nadezhda A. Shaekhova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 5115-5831.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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



Научная статья
УДК 636.2.082
doi:10.35694/YARCSX.2022.59.3.004

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДСТВО СКОТА ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ЛИНИЙ

Анастасия Сергеевна Давыдова¹, Елена Геннадьевна Федосенко²

^{1, 2}Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

¹nastasya.cs@mail.ru, ORCID 0000-0001-8198-0685

²lena.f1981@mail.ru, ORCID 0000-0002-7935-3313

Реферат. Представлены результаты научных исследований, проведённых на базе племенного завода Ивановской области, по изучению воспроизводительной способности и молочной продуктивности коров ярославской породы разных линий. Молочную продуктивность коров оценивали по удою за 305 дней лактации, учитывали продолжительность межотельного и сервис-периодов, возраст первого осеменения и число осеменений на одно плодотворное. Исследования показали, что коровы стада племенного завода принадлежат к шести линиям: Вольного ЯЯ-4370, Доброго ЯЯ-4627, Жилета ЯЯ-4574, Марта ЯЯ-2455, Марса ЯЯ-4319 и Мурата ЯЯ-4388, которые отличаются по своим продуктивным и воспроизводительным качествам. Самый высокий удой за 305 дней первой лактации (5672 кг молока) имели коровы, принадлежащие к линии Вольного ЯЯ-4370. У полновозрастных коров наивысшая продуктивность отмечается у животных, принадлежащих к линии Жилета ЯЯ-4574, их удой составил 6300 кг молока. Анализ данных с учётом линейной принадлежности коров показал, что для повышения молочной продуктивности стада и сохранения хороших воспроизводительных качеств в селекционной работе предпочтительнее использовать коров линии Мурата ЯЯ-4388. Первотёлки линии Марса ЯЯ-4319 в 84% случаев оплодотворялись от первого осеменения, у сверстниц линии Мурата ЯЯ-4388 относительно короткий сервис-период, но при этом они имеют показатели молочной продуктивности выше средних значений по стаду. Индекс осеменения коров, принадлежащих к данным линиям, составил 1,29 и 1,47 соответственно.

Ключевые слова: ярославская порода, линия, воспроизводительные качества, продуктивность

MILK PRODUCING ABILITY AND REPRODUCTION OF CATTLE OF THE YAROSLAVL BREED OF DIFFERENT LINES

Anastasiya S. Davydova¹, Elena G. Fedosenko²

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

¹nastasya.cs@mail.ru, ORCID 0000-0001-8198-0685

²lena.f1981@mail.ru, ORCID 0000-0002-7935-3313

Abstract. The results of scientific researches conducted on the basis of the breeding plant of the Ivanovo region to study the reproductive capacity and milk producing ability of cows of the Yaroslavl breed of different lines are presented. The milk producing ability of cows was assessed by yield for 305 days of lactation, the duration of the calving interval and service periods, the age of the first insemination and the number of inseminations per one fruitful period was taken into account. Researches have shown that the cows of the herd of the breeding plant belong to six lines: Volniy YaYa-4370, DobriyYaYa-4627, Zhilet YaYa-4574, Marta YaYa-2455, Mars YaYa-4319 and Murat YaYa-4388, which differ in their productive and reproductive qualities. Cows belonging to the Volniy YaYa-4370 line had the highest yield in 305 days of first lactation (5672 kg of milk). In full-aged cows, the highest productivity is noted in animals belonging to the Zhilet YaYa-4574 line, their yield was 6300 kg of milk. Analysis of the data, taking into account the linear belonging of the cows, showed that in order to increase the milk producing ability of the herd and maintain good reproductive qualities in breeding work, it is preferable to use cows of the Murat YaYa-4388 line. The first-calf heifers of the Mars YaYa-4319 line in 84% of cases were fertilized from the first insemination, the herdmates of the Murat YaYa-4388 line had a relatively short service period, but at the same time they have milk producing ability indicators above the herd averages. The insemination index of cows belonging to these lines was 1.29 and 1.47, respectively.

Keywords: Yaroslavl breed, line, reproductive qualities, productivity

Введение. В современных условиях интенсификации в отраслях молочного скотоводства проблема повышения уровня воспроизводства стада становится всё более актуальной. Нарушение воспроизводительной функции коров с повышением генетического потенциала продуктивности стада происходит в основном по причине гинекологических заболеваний, а также по яловости. При этом наблюдается увеличение продолжительности сервис-периода, растёт индекс осеменения, снижается эффективность производства молока в целом [1; 2; 3]. Большое значение в селекции крупного рогатого скота имеет разведение по линиям, так как значимые признаки, в том числе и признаки воспроизводства, присущие родоначальнику, передаются из поколения в поколение [4; 5]. Поэтому анализ и оценка коров по воспроизводительным качествам с учётом линейной принадлежности позволит сохранить более ценных животных и повысить генетический потенциал стада [6; 7; 8; 9].

Цель исследования – оценить воспроизводительные качества и молочную продуктивность коров ярославской породы разных линий.

Материал, методы и объекты исследования. Исследования были проведены в стаде коров ярославской породы на базе племенного завода СПК «Возрождение» Родниковского района Ивановской области.

Методом сплошного обследования стада в исследования были включены 323 коровы ярославской породы, которые имели достоверное происхождение и законченную лактацию не менее 240 дней. Условия содержания и кормления животных были одинаковые и соответствовали зоотехническим нормам.

В качестве материала для исследований использовали данные бонитировки и документы первичного зоотехнического учёта. Молочную продуктивность коров оценивали по удою за 305 дней лактации. Коэффициент воспроизводительной способности рассчитывали по методике, предложенной В. М. Кузнецовым [10].

Средний удой коров-первотёлок по стаду в 2021 году составил 5312 кг молока, удой полновозрастных коров – 6154 кг, а сервис-период – 131,5 и 128,2 дней соответственно, что значительно превышает норму для крупного рогатого скота. С возрастом коров и повышением удоев отмечается рост индекса осеменения и снижение числа коров, оплодотворённых с первого осеменения.

Результаты исследований. На предприятии уделяется большое внимание разведению животных по линиям. Данные по воспроизводительным качествам коров первой лактации разной линейной принадлежности представлены в таблице 1.

Исследования показали, что коровы стада СПК «Возрождение» принадлежат к шести линиям: Вольного ЯЯ-4370, Доброго ЯЯ-4627, Жилета ЯЯ-4574, Марта ЯЯ-2455, Марса ЯЯ-4319 и Мурата ЯЯ-4388, которые отличаются по своим продуктивным и воспроизводительным качествам.

Самый высокий удой за 305 дней первой лактации имели коровы, принадлежащие к линии Вольного ЯЯ-4370. Он составил 5672 кг молока, что на 360 кг больше ($P \leq 0,05$) среднего показателя по стаду. Однако животные данной линии имели самый продолжительный сервис-период (161,1 дн.) и, соответственно, межотельный период, который составил 446,1 дней.

Самый короткий сервис-период отмечен у первотёлок линии Доброго ЯЯ-4627 – 113,1 дней, при

Таблица 1 – Воспроизводительные качества коров разной линейной принадлежности по первой лактации

Показатель	Линия					
	Вольного ЯЯ-4370	Доброго ЯЯ-4627	Жилета ЯЯ-4574	Марта ЯЯ-2455	Марса ЯЯ-4319	Мурата ЯЯ-4388
n	49	43	53	40	76	62
Удой, кг	5672±131	5325±152	4971±120	5497±161	5555±116	4960±98
Возраст первого отёла, мес.	25,5±0,2	25,6±0,2	25,5±0,3	25,2±0,2	25,2±0,2	26,0±0,2
Сервис-период, дн.	161,1±12,9	113,1±8,2	135,2±13,6	121,0±12,1	136,0±8,4	119,2±8,7
Межотельный период, дн.	446,1±12,9	398,1±8,2	420,2±13,6	406,0±12,1	421,0±8,4	402,3±8,9
КВС	0,85±0,02	0,93±0,02	0,91±0,02	0,93±0,02	0,89±0,01	0,93±0,02
Индекс осеменения	1,48±0,15	1,63±0,15	1,43±0,12	1,38±0,13	1,21±0,07	1,71±0,14
Доля коров, оплодотворённых с первого осеменения, %	71,4	62,8	73,6	75,0	84,2	58,1

этом удой животных находился на уровне среднего показателя по стаду.

Высоким индексом осеменения отличались животные, принадлежащие к линии Мурата ЯЯ-4388 – 1,71, доля коров-первотёлок, оплодотворённых с первого осеменения, составила всего 58,1%. Удой животных этой линии на 352 кг был ниже среднего по стаду. Самая высокая доля первотёлок, оплодотворённых после первого осеменения, отмечена у коров линии Марса ЯЯ-4319 – 84,2%. Животные линии Марса ЯЯ-4319 уступили по удою коровам линии Вольного ЯЯ-4370, но превзошли средний показатель на 243 кг ($P \leq 0,1$).

Данные по воспроизводительным качествам коров разных линий по третьей лактации представлены в таблице 2. Анализ воспроизводительной способности и уровня продуктивности полновозрастных коров разных линий показал, что коровы линии Вольного ЯЯ-4370, которые лидировали по удою за первую лактацию, по третьей лактации уступили животным других линий. Удой коров линии Вольного ЯЯ-4370 по третьей лактации составил 5679 кг молока, что на 475 кг меньше среднего показателя по стаду. При этом животные линии Вольного ЯЯ-4370 имели высокую продолжительность сервис-периода (145,9 дней) и

Таблица 2 – Воспроизводительные качества коров разной линейной принадлежности по третьей лактации

Показатель	Линия					
	Вольного ЯЯ-4370	Доброго ЯЯ-4627	Жилета ЯЯ-4574	Марта ЯЯ-2455	Марса ЯЯ-4319	Мурата ЯЯ-4388
n	8	31	15	6	7	47
Удой, кг	5679±472	6205±231	6300±122,8	5760±308	6297±345	6200±141
Возраст первого отёла, мес.	25,5±0,2	25,6±0,2	25,5±0,3	25,2±0,2	25,2±0,2	26,0±0,2
Сервис-период, дн.	145,9±23,3	131,0±12,5	122,8±16,2	102,0±14,0	132,1±23,0	127,4±9,4
Межотельный период, дн.	430,9±23,3	416,0±12,5	407,8±16,2	387,0±14,0	417,1±23,0	409,7±9,7
КВС	0,86±0,04	0,90±0,02	0,91±0,03	0,95±0,03	0,89±0,05	0,91±0,02
Индекс осеменения	1,88±0,37	1,97±0,19	2,31±0,27	1,57±0,57	1,29±0,26	1,47±0,09

индекс осеменения (1,88). Сохранили низкий удой и животные линии Марта ЯЯ-2455 – 5760 кг молока, но они имели самый непродолжительный сервис-период – 102 дня.

Максимальной продуктивностью отличались полновозрастные коровы, принадлежащие к линии Жилета ЯЯ-4574. Их удой за 305 дней третьей лактации составил 6300 кг молока, однако индекс осеменения был очень высоким – 2,31. Неплохие показатели удоя имели животные линий Марса ЯЯ-4319 и Мурата ЯЯ-4388, при этом индекс их осеменения составил всего 1,29 и 1,47 соответственно.

Выводы. Результаты проведённых исследований показали, что коровы линии Марса ЯЯ-4319 лучше других оплодотворялись с первого осеменения (в 84% случаев), но эта группа малочисленна (n = 7 голов). У животных линии Мурата ЯЯ-4388 относительно короткий сервис-период, но при этом они имеют показатели молочной продуктивности выше средних значений по стаду. Поэтому для сохранения уровня молочной продуктивности стада и повышения воспроизводительных качеств коров в селекционной работе предпочтительнее использовать животных линии Мурата ЯЯ-4388.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дорожук С. В. Молочная продуктивность и воспроизводительная функция коров // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 11. С. 47–49. ISSN 0235-2451.
2. Фирсова Э. В., Карташова А. П., Митюков А. С. Взаимосвязь воспроизводительных способностей и молочной продуктивности коров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 53–58. ISSN 2078-1318.
3. Самусенко Л. Д., Химичева С. Н. О взаимосвязи воспроизводительной способности коров с их молочной продуктивностью // Биология в сельском хозяйстве. 2016. № 2 (11). С. 7–11. ISSN 2311-9322.
4. Москаленко Л. П., Зверева Е. А., Фураева Н. С. Оценка племенной ценности линий ярославской породы крупного рогатого скота // Нива Поволжья. 2015. № 1 (34). С. 79–85. ISSN 1998-6092.
5. Решетова Н. А. Влияние уровня продуктивности на воспроизводительные способности коров // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. 2015. № 13. С. 85–88. ISSN 2305-1256.

6. Жеребилов Н. И., Кибкало Л. И., Солошенко В. М. [и др.] Воспроизводительные способности коров разных генотипов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 2. С. 23–27. ISSN 1997-0749.
7. Ревина Г. Б., Асташенкова Л. И. Зависимость плодовитости первотелок от возраста отела и живой массы // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 8-1 (86). С. 93–95. ISSN 2303-9868.
8. Быданцева Е. Н. Воспроизводительная способность коров с учётом паратипических факторов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (47). С. 117–119. ISSN 2073-0853.
9. Гудыменко В. И., Жукова С. С., Гудыменко В. В. [и др.] Молочная продуктивность и воспроизводительные качества голштинизированного чёрно-пёстрого скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 129–131. ISSN 2073-0853.
10. Кузнецов В. М. Воспроизводительная способность коров и селекция по молочной продуктивности // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4-6 (46). С. 50–52. ISSN 2303-9868.

References

1. Doroshchuk S. V. Molochnaja produktivnost' i vosproizvoditel'naja funkcija korov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. № 11. С. 47–49. ISSN 0235-2451.
2. Firsova Eh. V., Kartashova A. P., Mityukov A. S. Vzaimosvjaz' vosproizvoditel'nyh sposobnostej i molochnoj produktivnosti korov // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 48. С. 53–58. ISSN 2078-1318.
3. Samusenko L. D., Khimicheva S. N. O vzaimosvjazi vosproizvoditel'noj sposobnosti korov s ih molochnoj produktivnost'ju // Biologija v sel'skom hozjajstve. 2016. № 2 (11). С. 7–11. ISSN 2311-9322.
4. Moskalenko L. P., Zvereva E. A., Furaeva N. S. Ocenka plemennoj cennosti linij jaroslavskoj porody krupnogo rogatogo skota // Niva Povolzh'ja. 2015. № 1 (34). С. 79–85. ISSN 1998-6092.
5. Reshetova N. A. Vlijanie urovnja produktivnosti na vosproizvoditel'nye sposobnosti korov // Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. F. Katanova. 2015. № 13. С. 85–88. ISSN 2305-1256.
6. Zherebilov N. I., Kibkalo L. I., Soloshenko V. M. [i dr.] Vosproizvoditel'nye sposobnosti korov raznyh genotipov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2008. № 2. С. 23–27. ISSN 1997-0749.
7. Revina G. B., Astashenkova L. I. Zavisimost' plodovitosti pervotelok ot vozrasta otela i zhivoj massy // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2019. № 8-1 (86). С. 93–95. ISSN 2303-9868.
8. Bydantseva E. N. Vosproizvoditel'naja sposobnost' korov s uchjotom paratipicheskikh faktorov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 3 (47). С. 117–119. ISSN 2073-0853.
9. Gudymenko V. I., Zhukova S. S., Gudymenko V. V. [i dr.] Molochnaja produktivnost' i vosproizvoditel'nye kachestva golshtinizirovannogo chjorno-pjostrogogo skota // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 3 (53). С. 129–131. ISSN 2073-0853.
10. Kuznetsov V. M. Vosproizvoditel'naja sposobnost' korov i selekcija po molochnoj produktivnosti // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2016. № 4-6 (46). С. 50–52. ISSN 2303-9868.

Сведения об авторах

Анастасия Сергеевна Давыдова – старший преподаватель кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 9751-4042.

Елена Геннадьевна Федосенко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 5608-4570.

Information about the authors

Anastasia S. Davydova – Senior Lecturer of the Department of Small Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 9751-4042.

Elena G. Fedosenko – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Small Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 5608-4570.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
 УДК 636.2.034/086
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.005

ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТИВАТОРА РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

Надежда Сергеевна Баранова¹, Георгий Елгуджаевич Хоштария²

¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия

²Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, Вологда-Молочное, Россия

¹baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X

²khoshtariyag15@mail.ru

Реферат. Приведены материалы исследований по изучению пищевого поведения коров с удоем свыше 9 тыс. кг молока за лактацию при использовании в их рационах активатора пищеварения «МегаБуст Румен». Добавка представляет собой эффективное средство для оптимизации микрофлоры рубца. Этологические наблюдения проведены на базе одного из предприятий Вологодской области. Объектом исследований являются голштинизированные коровы чёрно-пёстрой породы. Подконтрольное поголовье находилось на хозяйственном (основном) рационе. В дополнение к нему коровам опытной первой группы скармливался «МегаБуст Румен» по 50 г на голову в сутки в транзитный период (3 недели до и после отёла) и по 100 г – в остальное время. Коровам опытной второй группы в течение всего учётного периода вводили в состав рациона по 100 г активатора на голову ежедневно. На потребление кормов и воды уходило у коров контрольной группы 5,2 ч, а в опытных группах – 6,4–6,5 ч соответственно. В разрезе групп выявлена разница и по продолжительности жвачки. Животные контрольной группы затрачивали на пережёвывание корма 417 минут (7 ч), а коровы опытных групп – 491 и 479 минут (8,2 и 8,0 ч). Увеличение продолжительности потребления кормов, воды и времени, затраченного на пережёвывание корма, свидетельствуют о положительном влиянии препарата на пищевую активность высокопродуктивных коров в период раздоя. Под воздействием активатора рубцового пищеварения животные опытных групп потребляли большее количество кормов и питательных веществ и лучше их усваивали, что обусловило повышение их продуктивности. Так, суточный удой коров контрольной группы составил 38,5 кг, в то время как в опытных группах – 41,0 и 42,2 кг соответственно. Повышение продуктивности на 6,5 и 9,6% у коров, получавших добавку «МегаБуст Румен», объясняется более эффективным использованием ими кормов рациона как в количественном, так и в качественном аспектах.

Ключевые слова: коровы, активатор пищеварения, пищевое поведение, потребление кормов, жвачка

FEEDING BEHAVIOR OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS WHEN USING A RUMINAL DIGESTION ACTIVATOR

Nadezhda S. Baranova¹, Georgiy E. Khoshtariya²

¹Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia

²Vologda State Dairy Farming Academy by N. V. Vereshchagin, Vologda-Molochnoe, Russia

¹baranova-ns2@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5123-848X

²khoshtariyag15@mail.ru

Abstract. The research materials on the study of the feeding behavior of cows with a milk yield of more than 9 thousand kg of milk for lactation when using the digestive activator "MegaBust Rumen" in their rations are presented. The supplement is an effective tool for optimizing the rumen microflora. Ethological observations were carried out on the basis of one of the enterprises of the Vologda region. The object of research is Holsteinized cows of Black-and-White breed. The controlled livestock was on the economic (main) ration. In addition to it, the cows of the experimental first group were fed by "MegaBust Rumen" at 50 g per head per day during the transition period (3 weeks before and after calving) and 100 g at the rest of the time. Cows of the experimental second group were introduced with 100 g of activator per head daily during the entire accounting period. The cows of the control group took 5.2 hours to consume feed and water, and

Пищевое поведение высокопродуктивных коров при использовании активатора рубцового пищеварения

6.4-6.5 hours in the experimental groups, respectively. In the context of the groups, a difference was revealed in the duration of rumination. The animals of the control group spent 417 minutes (7 h) rumination the food, while the cows of the experimental groups – 491 and 479 minutes (8.2 and 8.0 h). An increase in the duration of consumption of feed, water and the time spent on rumination the feed indicate a positive effect of the preparation on the nutritional activity of highly productive cows during the days in milk. Under the influence of a ruminal digestion activator animals of experimental groups consumed more feed and nutrients and absorbed them better, which led to an increase in their productivity. Thus, the daily yield of cows of the control group was 38.5 kg, while in the experimental groups – 41.0 and 42.2 kg, respectively. The increase in productivity by 6.5 and 9.6% in cows treated with the “MegaBust Rumen” supplement is due to their more effective use of ration feeds in both quantitative and qualitative aspects.

Keywords: cows, digestive activator, feeding behavior, feed consumption, rumination

Введение. Главная задача современного молочного скотоводства заключается в повышении продуктивности коров при сохранении их воспроизводительных способностей и здорового поголовья. Основой увеличения продуктивности скотоводства является создание прочной кормовой базы и организация полноценного сбалансированного кормления при полном учёте потребности животных в питательных и биологически активных веществах в целях реализации генетического потенциала здоровья, воспроизводства и продуктивности животных [1].

За последние годы в развитии отрасли молочного скотоводства произошли существенные изменения, которые привели к значительному увеличению надоев во многих регионах Российской Федерации. Так, в Вологодской области за 2021 год надой молока на корову в среднем составил 8012 кг. По 40 племенным хозяйствам молочная продуктивность достигла 9359 кг. Однако такая реализация генетического потенциала коров возможна только при системном подходе, предусматривающем, прежде всего, особое отношение к оптимизации условий кормления с учётом кормовой базы [2].

В условиях Вологодской области, являющейся зоной развитого молочного скотоводства, обеспечение полноценного кормления коров с высоким уровнем продуктивности представляет собой сложную задачу, что обусловлено неустойчивым биоклиматическим потенциалом региона (лимит термических ресурсов в отдельные вегетационные периоды растений, прогрессирующее переувлажнение почв, высокая кислотность сельскохозяйственных угодий). Резкая смена климата, невысокое плодородие почв и повышение стоимости удобрений наряду с другими факторами обуславливают снижение объёмов производства кормов и ухудшение их качества [3; 4].

Использование кормовых средств посредственного качества вызывает необходимость совершенствования кормления животных на основе применения эффективных приёмов улучшения усвояемости рационов в целом, что позволяет

рассчитывать на достижение высоких показателей продуктивности. Перспективным направлением улучшения полноценности рационов является включение в их состав активаторов рубцового пищеварения с целью увеличения поедаемости кормов, улучшения переваримости и доступности питательных веществ, профилактики нарушений обмена веществ [5; 6].

Работами отечественных авторов накоплены материалы, свидетельствующие об эффективном применении кормовых добавок, воздействующих на интенсивность рубцового пищеварения [7; 8; 9; 10].

Однако ассортимент таких средств расширяется, и поэтому возникает необходимость их широкого исследования в плане влияния на количество и качество продукции, обмен веществ и воспроизводительные способности животных в конкретных условиях.

Целью проводимых нами исследований является изучение пищевого поведения высокопродуктивных коров в период раздоя при использовании активатора рубцового пищеварения «МегаБуст Румен».

Добавка «МегаБуст Румен» разработана и производится в г. Киров, то есть отечественного производства, предназначена для оптимизации рубцовой микрофлоры жвачных животных. Состав активатора сложный, в него входят: комплекс живых дрожжей, экстракт ферментов, витамины В и пектин.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт проводится в ООО «Зазеркалье» Грязовецкого района Вологодской области с февраля 2022 года и по настоящее время. В нём задействовано 36 голштинизированных животных чёрно-пёстрой породы с уровнем удоя свыше 9 тыс. кг за лактацию. Методом пар-аналогов с учётом возраста, живой массы, физиологического состояния, продуктивности за 305 дней предыдущей лактации (удоя, массовой доли жира и белка) было сформировано три группы коров по 12 голов в каждой [11]. Животные находятся в хозяйстве круглогодично на привязи, кормление и доение

двухразовое. Схема опыта представлена в таблице 1.

Кормление подопытных коров отличается только в отношении исследуемой добавки. Активатор «МегаБуст Румен» скармливается индивидуально животным опытных групп утром (перед раздачей кормовой смеси, в чистые кормушки мерной кружкой). Общая продолжительность учётного периода составляет 171 день (21 день позднего сухостоя и 150 дней лактации).

Во время раздоя проведены этологические наблюдения за подопытными коровами в соответствии с методическими рекомендациями Т. Н. Венедиктовой [12]. Для этого в течение двух смежных суток изучено поведение 9 животных (3-х голов в каждой группе). При этом особое внимание уделено исследованию пищевого поведения. В суточном режиме учтено время, затраченное коровами на потребление кормов и воды, число их приёмов. Осуществлялся также учёт продолжительности

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта (n = 12)

Группа	Особенности кормления
Контрольная	Основной рацион (ОР) – сено злаковое + кормовая смесь в составе: злаково-бобовый силос и сенаж, зерносмесь (ячмень + кукуруза), жмыхи рапсовый и подсолнечниковый, минеральные добавки (премикс, соль поваренная, мел кормовой, окись магния)
Опытная 1	ОР + 50 г/гол. в сутки активатора в транзитный период (за три недели до и после отёла) и 100 г/гол. – с 22-го по 150-й дни лактации
Опытная 2	ОР + 100 г/гол. в сутки активатора в транзитный период и по 150-й день лактации

жвачки, регистрировали акты дефекации и выделения мочи.

Результаты исследований. Модернизация скотоводства изменила условия существования животных, поэтому одним из резервов повышения рентабельности производства молока является реализация генетического потенциала коров на основе грамотного использования достижений науки, включая этологические исследования. На важность изучения поведенческих реакций животных указывал и И. П. Павлов. Он писал: «Без знания поведения животных нельзя организовать надлежащий уход за ними, обеспечивающий получение большого количества сельскохозяйственной продукции» [13]. Этологические исследования, по мнению учёных, необходимы, прежде всего, для создания оптимальных условий содержания и кормления скота [14].

В нашей стране и за рубежом проводятся исследования по особенностям пищеварения и обмена веществ, которые влияют на потребление кормов животными. Изучение этих факторов важно для правильного составления рационов с целью увеличения потребления сухого вещества, энергии и в целом всего комплекса питательных веществ. При использовании полнорационных рационов в молочном скотоводстве необходимо добиваться не только их максимального скармливания, но и учитывать длительность потребления и усвоения [9; 15].

В хозяйстве, где проводится эксперимент, основные корма рациона доставляются животным в составе сложной кормовой смеси (в среднем 40 кг на голову во время раздоя) за два приёма (в 8.00 и 15.00 часов). Перед утренней дойкой (в 3.00 часа)

коровам скармливают злаковое сено (1,5 кг на голову). Результаты наблюдений за пищевым поведением коров приведены в таблице 2.

Продолжительность потребления кормов и воды животными в контрольной группе составляет 5,2 часа, в то время как в опытных первой и второй группах – 6,4 и 6,5 часа соответственно. В течение суток основное время затрачивалось коровами на операции лежания и стояния: от 18,6 часа в контроле до 17,3 часа – у животных с использованием в рационе изучаемого препарата. На двухразовое доение коров уходило от 14 до 20 минут.

Согласно информации из таблицы 2, при введении в рационы опытных коров активатора пищеварения достоверно увеличивается продолжительность потребления ими кормовой смеси на 57 и 64 мин., или 23,1 и 25,9% соответственно. Время, затраченное животными на потребление воды, в разных группах также отличается. Коровы опытных групп расходовали на поение 42 и 48 мин., тогда как в контрольной группе этот показатель составил 33 мин.

Прослеживается значительная разница в разрезе групп и по продолжительности жвачки. Животные контрольной группы затрачивали на пережёвывание корма 417 мин. (7 часов), а коровы опытных групп 491 и 479 мин. (8,2 и 8,0 часа) соответственно. Увеличение продолжительности жвачки на 17,7 и 14,9% свидетельствует о положительном влиянии скармливаемого препарата на пищевую активность высокопродуктивных коров.

Длительность основных операций пищевого поведения от времени суток (24 часов) представлена на рисунке 1.

Таблица 2 – Пищевое поведение коров (n = 3)

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1	опытная 2
Продолжительность потребления кормов, всего, мин.:	278±29	340±32	340±26
в т.ч. кормовой смеси	247±19	304±21*	311±22*
– сена	31±5,5	36±6,0	29±5,9
Продолжительность потребления воды, мин.	33±5,9	42±5,3	48±5,1
Продолжительность жвачки, мин.	417±17	491±24*	479±22*
Кратность, раз:			
– потребления кормов	12,3±0,5	11,3±0,5	10,0±1,2
– воды	11,0±1,8	12,7±3,1	10,3±2,1
– жвачки	11,7±0,5	13,0±0,9	12,0±0,84
Продолжительность одного приёма, мин.:			
– потребления корма	22,6±5,3	30,1±5,6	35,4±5,9
– потребления воды	3,0±1,4	3,3±1,2	4,7±1,7
– жвачки	35,6±7,1	37,8±5,9	39,8±5,6
Количество актов, раз:			
– дефекации	12,3±2,1	15,7±2,4	12,3±1,8
– мочеиспускания	7,3±0,49	7,3±0,49	8,3±1,3

Примечание: * – P < 0,05 в сравнении с контрольной группой.

Информация, приведённая на рисунке 1, показывает, что на потребление кормов и воды коровы опытных групп расходовали 26,5 и 26,9% времени суток, тогда как животные контрольной группы – только 21,6%. Аналогичная тенденция прослеживалась и по времени, затраченном на пе-

режёвывание кормов рациона. В опытных первой и второй группах этот показатель составил 34,1 и 33,3%, а в контрольной – 29%.

В разрезе групп по кратности приёма кормов, воды и жвачки значительных отличий не отмечено (табл. 2). Но по продолжительности одного



Рисунок 1 – Продолжительность операций пищевого поведения (в % от времени суток)

приёма наблюдается увеличение в пользу коров опытных групп, где применяли добавку «МегаБуст Румен». Так, у животных контрольной группы в среднем на один приём потребления корма уходило 22,6 мин., тогда как в опытных группах – 30,1 и 37,4 мин., что дольше на 33,2 и 56,6%. Менее заметна эта разница по длительности одного жвачного периода, в опытных группах этот показатель выше на 6,2 и 11,8% в сравнении с контрольной группой. По количеству актов дефекации и мочеиспускания достоверных различий не выявлено.

Улучшение пищевой активности коров в опытных группах, где использовался в составе рационов «МегаБуст Румен», оказало положительное влияние на их молочную продуктивность. Проведённая в эти дни (во время изучения поведения) контрольная дойка позволила выявить продук-

тивность животных. Суточный удой ($n = 3$) коров контрольной группы в среднем составил 38,5 кг, а в первой и второй опытных группах данный показатель был выше на 6,5 и 9,6% и составил 41,0 и 42,2 кг соответственно.

Повышение суточных удоев в опытных группах объясняется увеличением потребления, а значит, и усвоения большего количества питательных веществ и энергии при использовании активатора рубцового пищеварения «МегаБуст Румен».

Выводы. Результаты этологических наблюдений убедительно показали, что применение активатора рубцового пищеварения «МегаБуст Румен» в рационах высокопродуктивных коров в период раздоя способствовало более рациональному использованию ими времени на потребление кормов и жвачку, что положительно отразилось на молочной продуктивности.

Список источников

1. Головин А. В., Аникин А. С., Первов Н. Г. [и др.] Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота. Дубровицы : ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2016. 242 с. ISBN 978-5-902483-43-4.
2. Шестакова Н. В Вологодской области определились лучшие хозяйства по средней продуктивности на одну корову. URL: <https://vologda.bezformata.com/listnews/sredney-produktivnosti-na-odnu-korovu/102650001/> (дата обращения: 20.02.2022).
3. Хоштария Г. Е., Баранова Н. С. Питательная ценность и качество кормов Вологодской области // Стратегические направления развития агропромышленного комплекса : сб. статей 73-й Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием (Караваево, 24 марта 2022 г.). Караваево : Костромская ГСХА, 2022. С. 75–80. ISBN 978-5-93222-352-9.
4. Легошин Г. П., Дуборезов В. М., Тяпугин Е. А. [и др.] Создание, улучшение и использование лугов и пастбищ в Вологодской области : практическое руководство. Вологда : Вологодский ЦНТИ – филиал ФГУ «Объединение «РОСИНФОРМРЕСУРС», 2009. 56 с. ISBN 5-902610-38-Х.
5. Кот Е. Г., Бученко В. П. Особенности ферментативных процессов в рубце высокопродуктивных коров в период сухостоя // Зоотехническая наука Беларуси. 2015. Т. 50, № 2. С. 20–28. ISSN 0134-9732.
6. Буряков Н. П., Бурякова М. А., Хардик И. В. Оптимизация рубцового пищеварения коров при использовании кормовой добавки «Фибраза» // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. М., 2020. С. 138–144.
7. Некрасов Р. В., Чабаев М. Г., Анисова Н. [и др.] Использование нового отечественного пробиотического препарата А2 в рационах сухостойных и новотельных коров // Зоотехния. 2013. № 9. С. 9–12. ISSN 0235-2478.
8. Кумарин В. С., Никитенков А. И. Здоровье рубца – залог молока // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 5. С. 29–30. ISSN 0026-9034.
9. Хардик И. В. Эффективность применения фибразы в кормлении лактирующих коров в период раздоя // Научное и творческое наследие академика ВАСХНИЛ И. С. Попова в науке о кормлении животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 12–15 октября 2018 г.). М. : ООО ПГ «АРС-ПРЕСС», 2018. С. 129–133.
10. Смирнова Л. В., Субботин С. В., Хоштария Е. Е. Применение дрожжевого пробиотика в рационах молочных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 5. С. 26–29. ISSN 0026-9034.
11. Овсянников А. И. Основы опытного дела : учебное пособие. М. : Колос, 1976. 304 с.
12. Венедиктова Т. Н. Методические рекомендации по применению хронометрии для изучения поведения крупного рогатого скота. пос. Дубровицы (Моск. обл.): ВИЖ, 1982. 32 с.
13. Админ Е. И., Скрипниченко М. П., Зюнкина Е. Н. Методические рекомендации по изучению поведения крупного рогатого скота. Харьков, 1982. 26 с.
14. Вельматов А. А., Гурьянов А. М., Вельматов А. П. [и др.] Поведение крупного рогатого скота // Инновационные технологии производства молока. М. : ООО «Столичная типография», 2008. С. 178–213.
15. Деврис Т. Д., Кейсерлинги М. Ф. Поведение дойных коров при кормлении // Молоко и корма: Менеджмент. 2011. № 3 (31). С. 14–17.

References

1. Golovin A. V., Anikin A. S., Pervov N. G. [i dr.] Rekomendacii po detalizirovannomu kormleniju molochnogo skota. Dubrovicy : VIZH im. L. K. Ehrnsta, 2016. 242 s. ISBN 978-5-902483-43-4.
2. Shestakova N. V Vologodskoj oblasti opredelilis' luchshie hozhajstva po srednej produktivnosti na odnu korovu. – URL: <https://vologda.bezformata.com/listnews/sredney-produktivnosti-na-odnu-korovu/> (dada obrashhenija: 20.02.2022).
3. Khoshtariya G. E., Baranova N. S. Pitatel'naja cennost' i kachestvo kormov Vologodskoj oblasti // Strategicheskie napravlenija razvitija agropromyshlennogo kompleksa : sb. statej 73-j Vseross. (nac.) nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem (Karavaevo, 24 marta 2022 g.). Karavaevo : Kostromskaja GSHA, 2022. S. 75–80. ISBN 978-5-93222-352-9.
4. Legoshin G. P., Duborezov V. M., Tyapugin E. A. [i dr.] Sozdanie, uluchshenie i ispol'zovanie lugov i pastbishh v Vologodskoj oblasti : prakticheskoe rukovodstvo. Vologda : Vologodskij CNTI – filial FGU «Ob#edinenie «ROSINFORMRESURS», 2009. 56 s. ISBN 5-902610-38-X.
5. Kot E. G., Buchenko V. P. Osobennosti fermentativnyh processov v rubce vysokoproduktivnyh korov v period suhostoja // Zootehnicheskaja nauka Belarusi. 2015. T. 50, № 2. S. 20–28. ISSN 0134-9732.
6. Buryakov N. P., Buryakova M. A., Khardik I. V. Optimizacija rubcovogo pishhevarenija korov pri ispol'zovanii kormovoj dobavki «Fibraza» // Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo : sb. nauch. tr. M., 2020. S. 138–144.
7. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Anisova N. [i dr.] Ispol'zovanie novogo otechestvennogo probioticheskogo preparata A2 v racionah suhostojnyh i novotel'nyh korov // Zootehnija. 2013. № 9. S. 9–12. ISSN 0235-2478.
8. Kumarin V. S., Nikitenkov A. I. Zdorov'e rubca – zalog moloka // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2014. № 5. S. 29–30. ISSN 0026-9034.
9. Khardik I. V. Jefferektivnost' primenenija fibrazy v kormlenii laktirujushih korov v period razdoja // Nauchnoe i tvorcheskoe nasledie akademika VASHNIL I. S. Popova v nauke o kormlenii zhivotnyh : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 12–15 oktjabrja 2018 g.). M. : OOO PG «ARS-PRESS», 2018. S. 129–133.
10. Smirnova L. V., Subbotin S. V., Khoshtariya E. E. Primenenie drozhzhhevogo probiotika v racionah molochnyh korov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2014. № 5. S. 26–29. ISSN 0026-9034.
11. Ovsyannikov A. I. Osnovy opytного dela : uchebnoe posobie. M. : Kolos, 1976. 304 s.
12. Venediktova T. N. Metodicheskie rekomendacii po primeneniju hronometrii dlja izuchenija povedenija krupnogo rogatogo skota. pos. Dubrovicy (Mosk.obl.) : VIZH, 1982. 32 s.
13. Admin E. I., Skripnichenko M. P., Zyunkina E.N. Metodicheskie rekomendacii po izucheniju povedenija krupnogo rogatogo skota. Har'kov, 1982. 26 s.
14. Vel'matov A. A., Gur'yanov A. M., Vel'matov A. P. [i dr.] Povedenie krupnogo rogatogo skota // Innovacionnye tehnologii proizvodstva moloka. M. : OOO «Stolichnaja tipografija», 2008. S. 178–213.
15. Devris T. D., Kejsleringi M. F. Povedenie dojnyh korov pri kormlenii // Moloko i korma: Menedzhment. 2011. № 3 (31). S. 14–17.

Сведения об авторах

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

Георгий Елгуджаевич Хоштария – аспирант кафедры зоотехнии и биологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия имени Н. В. Верещагина», khoshtariyag15@mail.ru.

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.

Georgy E. Khoshtariya – postgraduate student of the Department of Animal Science and Biology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vologda State Dairy Farming Academy by N. V. Vereshchagin", khoshtariyag15@mail.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
 УДК 636.082/34.12
 doi:10.35694/YARCSX.2022.59.3.006

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ТЁЛОК НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТУШИ

Владимир Иванович Косилов¹, Ирина Валерьевна Миронова²

¹Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

²Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

²Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации», Москва, Россия

¹kosilov_vi@bk.ru, ORCID 0000-0003-4754-1771

²mironova_irina-v@mail.ru, ORCID 0000-0002-5948-9593

Реферат. В статье приведены показатели морфологического состава туши тёлочек чёрно-пёстрой породы (I группа) и её помесей с голштинами первого поколения ($\frac{1}{2}$ голштин \times $\frac{1}{2}$ чёрно-пёстрая – II группа) и второго поколения ($\frac{3}{4}$ голштин \times $\frac{1}{4}$ чёрно-пёстрая – III группа). Установлено положительное влияние апробируемого варианта межпородного скрещивания на изучаемый признак. Так, чистопородные тёлочки чёрно-пёстрой породы I группы уступали помесным сверстницам II и III групп по массе полутуши на 5,57 и 8,28%, удельному весу съедобной части полутуши – на 0,98 и 1,38%, выходу мышечной ткани – на 0,66 и 1,04% соответственно. Лидирующее положение по величине изучаемых показателей занимали помесные тёлочки второго поколения III группы. Их преимущество над помесными сверстницами первого поколения II группы по массе полутуши составляло 2,62%, относительной массе съедобной части полутуши – 0,40%, мышечной ткани – 0,38%, жировой ткани – 0,02%.

Ключевые слова: скотоводство, тёлочки, чёрно-пёстрая порода, помеси с голштинами, туша, морфологический и сортовой состав

INFLUENCE OF THE HEIFER GENOTYPE ON THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF THE CARCASS

Vladimir I. Kosilov¹, Irina V. Mironova²

¹Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

²Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

²Research Institute of Information Technologies of the Federal Penitentiary Service, Moscow, Russia

¹kosilov_vi@bk.ru, ORCID 0000-0003-4754-1771

²mironova_irina-v@mail.ru, ORCID 0000-0002-5948-9593

Abstract. The article presents indicators of the morphological composition of the carcass of Black-and-White breed heifers (group I) and its crossbreeds with Holsteins of the first generation ($\frac{1}{2}$ Holstein \times $\frac{1}{2}$ Black-and-White – group II) and the second generation ($\frac{3}{4}$ Holstein \times $\frac{1}{4}$ Black-and-White – group III). The positive influence of the tested variant of interbreeding on the studied trait was established. Thus, purebred heifers of the Black-and-White breed of group I were inferior to crossbred herdmates of groups II and III in terms of half carcass weight by 5.57 and 8.28%, the specific weight of the edible part of the half carcass – by 0.98 and 1.38%, muscle tissue yield – by 0.66 and 1.04% respectively. The leading position in terms of the value of the studied indicators was occupied by crossbred heifers of the second generation of group III. Their advantage over crossbred herdmates of the first generation of group II in terms of half carcass weight was 2.62%, the relative weight of the edible part of the half carcass was 0.40%, muscle tissue was 0.38%, and adipose tissue was 0.02%.

Keywords: cattle breeding, heifers, black-and-white breed, crossbreeds with Holsteins, carcass, morphological and varietal composition

Введение. В настоящее время в связи со сложившейся ситуацией с санкциями остро стоит вопрос импортозамещения. Поэтому для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации перед аграриями ставится задача по увеличению производства продуктов питания. Чтобы этого достичь, необходимо сформировать план мероприятий для рационального использования генетического потенциала в отрасли скотоводства [1–8]. Перспективным селекционным приёмом в скотоводстве является межпородное скрещивание [9–18]. В настоящее время внимание селекционеров привлекает голштинская порода, которая широко используется для повышения продуктивных качеств чёрно-пёстрого скота. На ремонт основного стада в скотоводстве отбирается не всё поголовье тёлочек. Условно тёлочек разделяют на три части, первая из которых идёт на ремонт собственного стада, вторая распределяется по хозяйствам, а третья подвергается выранным, интенсивному выращиванию, откорму и реализации на мясо. В связи с этим оценка влияния генотипа тёлочек на морфологический и сортовой состав туши является актуальной, что и определило цель настоящего эксперимента.

Материалы и методы исследований. На протяжении всего периода исследований все животные находились на откормочной площадке в идентичных условиях при полноценном сбалансированном кормлении. В соответствии с методическими указаниями ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977) [19] был организован контрольный убой трёх тёлочек в полуторагодовалом возрасте каждого из следующих генотипов: чёрно-пёстрая порода (I группа), $\frac{1}{2}$ голштин \times $\frac{1}{2}$ чёрно-пёстрая (II группа), $\frac{3}{4}$ голштин \times $\frac{1}{4}$ чёрно-пёстрая (III группа). После содержания правых полутуш в холодильной камере в течение одних суток при температуре $0\pm 4^\circ\text{C}$ была проведена их обвалка, жиловка и сортировка мякотной части по колбасной классификации. Для этого определяли массу основных структурных элементов полутуши как в абсолютном, так и относительном выражении (мякоть, мышечная, жировая, костная ткани и соединительно-тканые образования). Съедобную часть туши (мякоть)

разделяли на три сорта (высший, I и II) и определяли абсолютную и относительную их массу. Весь цифровой материал был подвержен вариационной статистической обработке (Плохинский Н. А., 1970) в программе Statistica. Кроме того, достоверность различий сравниваемых показателей устанавливали на основании t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Качество мясной туши определяется исходя из морфологического состава, в частности удельного веса съедобной части: мышечной и жировой ткани. Данные обвалки правых полутуш тёлочек подопытных групп и их анализ указывает на то, что генотип молодняка влияет на выход определённых структурных элементов (табл. 1, рис. 1). Важно отметить, что полутуши помесных тёлочек обладали лучшим морфологическим составом, что связано с проявлением эффекта скрещивания. Это привело к тому, что тёлочки чёрно-пёстрой породы, относящиеся к I группе, уступали помесным сверстницам (II и III групп) по массе полутуши на 5,79 и 8,69 кг соответственно, или на 5,57 и 8,28%, при достоверности $P < 0,05$ и $P < 0,01$, по абсолютной массе мякоти – на 5,60 и 8,34 кг, или на 6,85 и 10,21%, при достоверности $P < 0,01$ и $P < 0,001$, по относительной массе – на 0,98 и 1,38%.

Межгрупповая разница по массе мякоти полутуши объясняется разницей в выходе её структурных элементов, мышечной и жировой ткани у тёлочек разных генотипов. У помесных животных II и III групп относительно чистопородных сверстниц чёрно-пёстрой породы I группы абсолютная масса мышечной ткани была выше на 4,91 и 7,45 кг соответственно, или на 6,48 и 9,83%, при достоверности $P < 0,05$ и $P < 0,01$, по абсолютной массе жира – на 0,69 и 0,89 кг, или на 11,67 и 15,06%.

Относительная масса мышечной и жировой ткани изменялась между группами аналогичным образом. В результате чистопородные чёрно-пёстрые тёлочки уступали помесным сверстницам по первому показателю на 0,66 и 1,04% соответственно, второму – на 0,32 и 0,34%.

Характерно, что помесные тёлочки второго поколения III группы находились на лидирующих позициях относительно чистопородных особей,

Таблица 1 – Масса и выход мякоти полутуши чистопородных и помесных тёлочек в 18 мес.

Показатель	Группа					
	I		II		III	
	Показатель					
	$\bar{X}\pm S_x$	Cv	$\bar{X}\pm S_x$	Cv	$\bar{X}\pm S_x$	Cv
Масса полутуши, кг	105,0 \pm 2,14	3,40	110,8 \pm 2,12	3,38	113,7 \pm 2,33	3,50
Масса мякоти, кг	81,7 \pm 1,14	1,38	87,3 \pm 1,20	1,40	90,1 \pm 1,31	1,62
Выход мякоти, %	77,8 \pm 1,02	1,40	78,8 \pm 1,04	1,52	79,2 \pm 1,12	1,84

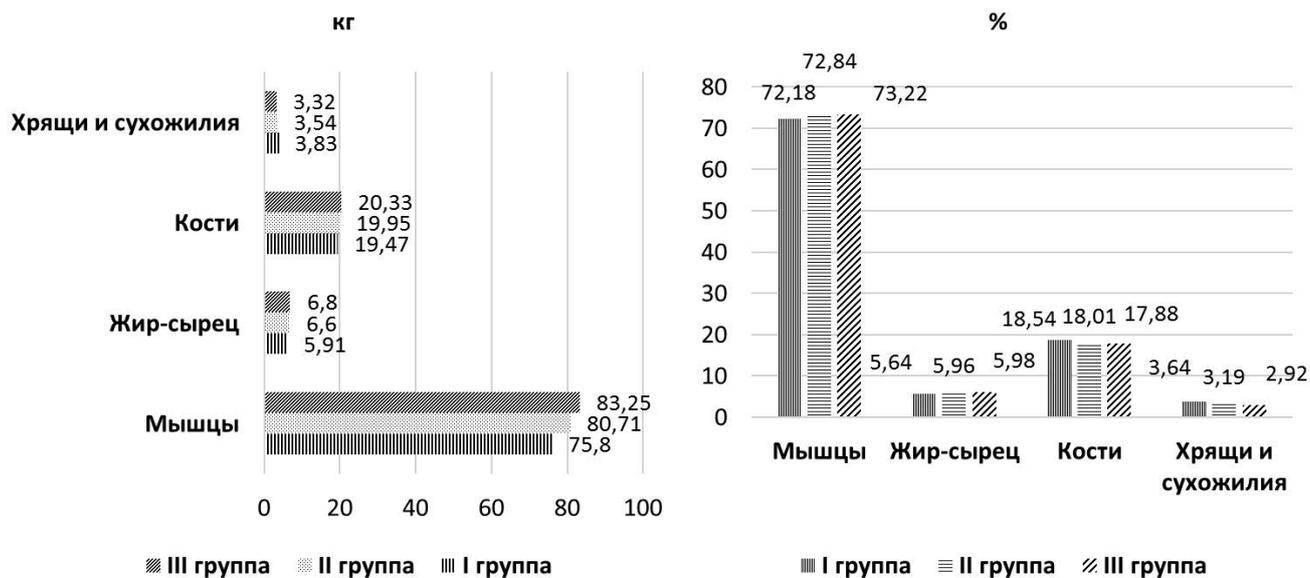


Рисунок 1 – Морфологический состав полутуши тёлки

что проявлялось как в показателе массы полутуши, так и в отдельных её структурных элементах, определяющих качество мясной продукции. У помесей II группы масса полутуши была ниже на 2,9 кг, или на 2,62% ($P < 0,05$), абсолютная масса мякоти – на 2,74 кг, или на 3,14% ($P < 0,05$), относительная – на 0,40%, по абсолютной массе мышечной ткани – на 2,54 кг, или на 3,15% ($P < 0,05$), относительной – на 0,38%, по абсолютной массе жировой ткани – на 0,20 кг, или на 3,03%, относительной – на 0,02%.

Что касается выхода костей полутуши, то по абсолютной их массе помесные тёлки II и III групп недостоверно на 0,48 кг (2,46%) и 0,86 кг (4,42%) превосходили сверстниц I группы, а по относи-

тельной массе уступали им на 0,53 и 0,66%. Выход соединительно-тканых образований существенно между группами не различался. По абсолютной их массе отмечалась тенденция превосходства помесей, а по относительной – лидировал чистопородный молодняк.

Выводы. Скрещивание коров чёрно-пёстрой породы с голштинами оказало положительное влияние на качество мясной туши. При этом повысилась как абсолютная, так и относительная масса съедобной части полутуши, мышечной и жировой ткани. Лидирующее положение по величине показателей, характеризующих качество мясной туши, занимали помеси второго поколения по голштинам.

Список источников

1. Польских С. С., Тюлебаев С. Д., Кадышева М. Д. Сравнительная характеристика племенных и продуктивных качеств первотёлок брединского мясного типа разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 222–227. ISSN 2073-0853.
2. Отаров А. И., Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф. Рост, развитие и мясные качества чистопородных и помесных бычков при откорме на площадке в зависимости от сезона года // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (89). С. 267–272. ISSN 2073-0853.
3. 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.
4. Салихов А. А., Косилов В. И., Линдина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях. Оренбург : ИПК Газпромнефть, 2008. 368 с. ISBN 978-5-94397-106-8.
5. Косилов В. И., Мироненко С. И., Жукова О. А. Гематологические показатели телок различных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 1, № 62. С. 150–158.
6. Мироненко С. И., Асланукова М. М., Шевхушев А. Ф. [и др.] Гематологические показатели тёлки чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами разных поколений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 212–217. ISSN 2073-0853.
7. Косилов В. И., Андриенко Д. А., Никонова Е. А. [и др.] Потребление кормов и основных питательных ве-

ществ рациона молодняком крупного рогатого скота при чистопородном выращивании и скрещивании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 125–127. ISSN 2073-0853.

8. Буравов А., Салихов А., Косилов В. [и др.] Потенциал мясной продуктивности симментальского скота, разводимого на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 18–19. ISSN 0026-9034.

9. 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. Ser. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" (Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 г.). IOP Publishing Ltd. 2021. Vol. 624. P. 012131.

10. Старцева Н. В. Экстерьерные особенности тёлочек чёрно-пёстрой породы и её помесей разных поколений с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 233–238. ISSN 2073-0853.

11. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Продуктивные качества бычков черно-пестрой и симментальской пород и их двух-трехпородных помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 7. С. 8–11. ISSN 0026-9034.

12. Косилов В. И., Комарова Н. К., Юлдашбаев Ю. А. [и др.] Качество естественно-анатомических частей полутуши молодняка чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 245–250. ISSN 2073-0853.

13. Никонова Е. А. Качественные показатели туши молодняка казахской белоголовой породы и её помесей от вводного скрещивания с герефордами уральского типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (91). С. 254–260. ISSN 2073-0853.

14. Nigmatyanov A. A., Pleshkov A. V., Fedoseeva N. A. [et al.] Nitrogen balance in energy-carbohydrate-fed cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management (Veliky Novgorod, 22 October 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 613. P. 012090.

15. Blagov D. A., Gizatov A. Ya., Smakuyev D. R. [et al.] Overview of feed granulation technology and technical means for its implementation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management (Veliky Novgorod, 22 October 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 613. P. 012018.

16. Gorelik O. V., Gorelik A. S., Galushina P. S. [et al.] The influence of reproductive functions on productivity of cows of various live weight // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V International Workshop on Innovations in Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021) (Volgograd, 17th-18th June 2021). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2021. Vol. 848. P. 012062.

17. Tyulebaev S. D., Kadyшева 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. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness (Omsk City, 4-5 July 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 624. P. 012045.

18. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А., Магомедов К. Г. Развитие отдельных мускулов и их химический состав у бычков абердин-ангусской породы в зависимости от типа телосложения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 235–240. ISSN 2073-0853.

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

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

References

1. Pol'skikh S. S., Tyulebaev S. D., Kadyшева M. D. Sravnitel'naja harakteristika plemennyh i produktivnyh kachestv pervotjolok bredinskogo mjasnogo tipa raznyh genotipov // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (93). S. 222–227. ISSN 2073-0853.

2. Otarov A. I., Kayumov F. G., Tret'yakova R. F. Rost, razvitie i mjasnye kachestva chistopородnyh i pomesnyh bychkov pri otkorme na ploshhadke v zavisimosti ot sezona goda // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 3 (89). S. 267–272. ISSN 2073-0853.

3. Tolochka V. V., Kosilov V. I., Garmaev D. C. Vlijanie genotipa bychkov mjasnyh porod na intensivnost' rosta // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 201–206. ISSN 2073-0853.

4. Salikhov A. A., Kosilov V. I., Lyndina E. N. Vlijanie razlichnyh faktorov na kachestvo govjadiny v raznyh jekologo-tehnologicheskikh uslovijah. Orenburg : IPK Gazprompechat', 2008. 368 s. ISBN 978-5-94397-106-8.
5. Kosilov V. I., Mironenko S. I., Zhukova O. A. Gematologicheskie pokazateli telok razlichnyh genotipov na Juzhnom Urale // Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2009. T. 1, № 62. С. 150–158.
6. Mironenko S. I., Aslanukova M. M., Shevkhushhev A. F. [i dr.] Gematologicheskie pokazateli tjolok chjorno-pjostroj porodny i ejo pomesej s golshtinami raznyh pokolenij // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (93). S. 212–217. ISSN 2073-0853.
7. Kosilov V. I., Andrienko D. A., Nikonova E. A. [i dr.] Potreblenie kormov i osnovnyh pitatel'nyh veshhestv racionala molodnjakom krupnogo rogatogo skota pri chistoporodnom vyrashhivanii i skreshhivanii // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3 (59). S. 125–127. ISSN 2073-0853.
8. Buravov A., Salikhov A., Kosilov V. [i dr.] Potencial mjasnoj produktivnosti simmental'skogo skota, razvodimogo na Juzhnom Urale // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2011. № 1. S. 18–19. ISSN 0026-9034.
9. Nikonova E. A., Kosilov V. I., Anhalt E. M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" (Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 г.). IOP Publishing Ltd. 2021. Vol. 624. P. 012131.
10. Startseva N. V. Jekster'ernye osobennosti tjolok chjorno-pjostroj porodny i ejo pomesej raznyh pokolenij s golshtinami // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (93). S. 233–238. ISSN 2073-0853.
11. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Produktivnye kachestva bychkov cherno-pestroj i simmental'skoj porodny i ih dvuh-trehporodnyh pomesej // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2012. № 7. S. 8–11. ISSN 0026-9034.
12. Kosilov V. I., Komarova N. K., Yuldashbaev Yu. A. [i dr.] Kachestvo estestvenno-anatomicheskikh chastej polutushi molodnjaka chjorno-pjostroj porodny i ejo pomesej s golshtinami // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4 (90). S. 245–250. ISSN 2073-0853.
13. Nikonova E. A. Kachestvennye pokazateli tushi molodnjaka kazahskoj belogolovoj porodny i ejo pomesej ot vvodnogo skreshhivaniya s gerefordami ural'skogo tipa // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 254–260. ISSN 2073-0853.
14. Nigmatyanov A. A., Pleshkov A. V., Fedoseeva N. A. [et al.] Nitrogen balance in energy-carbohydrate-fed cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management (Veliky Novgorod, 22 October 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 613. P. 012090.
15. Blagov D. A., Gizatov A. Ya., Smakuyev D. R. [et al.] Overview of feed granulation technology and technical means for its implementation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management (Veliky Novgorod, 22 October 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 613. P. 012018.
16. Gorelik O. V., Gorelik A. S., Galushina P. S. [et al.] The influence of reproductive functions on productivity of cows of various live weight // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V International Workshop on Innovations in Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021) (Volgograd, 17th-18th June 2021). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2021. Vol. 848. P. 012062.
17. 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. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness (Omsk City, 4-5 July 2020). Published under licence by IOP Publishing Ltd. 2020. Vol. 624. P. 012045.
18. Shevkhuzhev A. F., Pogodaev V. A., Magomedov K. G. Razvitie ot del'nyh muskulov i ih himicheskij sostav u bychkov aberdin-angusskoj porodny v zavisimosti ot tipa teloslozheniya // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4 (90). S. 235–240. ISSN 2073-0853.
19. Levantin D. L., Epifanov G. V., Smirnov D. A. [i dr.] Metodicheskie rekomendacii po izucheniju mjasnoj produktivnosti i kachestva mjasna krupnogo rogatogo skota / VASHNIL, VNII zhivotnovodstva, VNII mjasn. prom-sti. Dubrovicy : VIZh, 1977. 54 s.
20. Plokhinskij N. A. Biometrija. 2-e izd. M. : Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. 367 s.

Сведения об авторах

Владимир Иванович Косилов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», spm-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»; ведущий научный сотрудник, Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации», spm-код: 7655-5831.

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", spm-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"; Leading Researcher, Federal State Institution "Research Institute of the Federal Penitentiary Service of the Russian Federation", spm code: 7655-5831.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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



Научная статья
УДК 638.1.12.19
doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.007

ИНТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОВЕНЬ АМИНОКИСЛОТ В ГЕМОЛИМФЕ ПЧЁЛ ПРИ ЗИМОВКЕ НА ЦВЕТОЧНОМ, ХЛОПКОВОМ И САХАРНОМ МЁДЕ

А. Г. Маннапов¹, Х. Б. Юнусов², Х. А. Рашидов³, Ш. Р. Суяркулов⁴

¹Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

^{2,3}Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины,
животноводства и биотехнологий, Самарканд, Республика Узбекистан

⁴Ферганский областной союз пчеловодов, Фергана, Республика Узбекистан

Автор, ответственный за переписку: Альфир Габдуллоевич Маннапов, 54alfir@mail.ru,
ORCID 0000-0002-5093-9740

Реферат. Исследованы интерьерные показатели и уровень содержания аминокислот в гемолимфе пчёл при зимовке на цветочном, хлопковом и сахарном мёде. Установлено, что подготовка пчелиных отводков силой в 3 улочки к зимовке с использованием цветочного мёда, на фоне поступления цветочной обножки (пыльцы) за счёт вторичных посевов подсолнечника и кукурузы, улучшает интерьерные показатели рабочих пчёл: степень развитости жирового тела составляет 4 балла, содержание азота – 13,9 мг, жира – 10,2 мг, сухих веществ – 43,88 мг. При использовании в отводках хлопкового и сахарного мёда для воспроизводства осенней генерации пчёл азота в их организме регистрируется меньше, по сравнению с контрольной группой, на 7,9 и 10,8%, жира – на 22,05 и 22,9%, сухих веществ – на 7,9 и 7,7% соответственно. Кормовые запасы в гнездовых сотах пчелиных отводков с хлопковым мёдом к концу декабря кристаллизуются. Сахарный мёд не кристаллизуется в зимний период, его углеводы, выполняя энергетическую и пластическую функцию, спасают пчёл от бескормицы в критический период зимовки. Выявлено, что после зимовки максимальные уровни интерьерных показателей рабочих особей регистрировались в отводках, где в качестве кормового мёда использовался цветочный: сохранность резервных веществ жирового тела была 3,5 балла; уровень азота уменьшился, по сравнению с начальным значением, в 1,42 раза, жира – в 1,38 раза, сухих веществ – в 1,38 раза; с хлопковым мёдом – по азоту в 3,29 раза, по жиру – в 1,9 раза, по сухому веществу – в 2,12 раза соответственно. Уровень аминокислот в гемолимфе рабочих пчёл к концу зимовки понижается, особенно при зимовке отводков на сахарном мёде. Так, содержание лизина уменьшается в гемолимфе исследованных пчёл к концу зимовки на цветочном мёде в 1,65 раза, на хлопковом мёде – в 1,8 раза, на сахарном мёде – в 2,98 раза; гистидина – в 1,07, 1,16 и 1,95 раза; пролина – в 1,42, 1,29 и 2,26 раза соответственно. Триптофан, валин и особенно метионин характеризовались наибольшей сохранностью в процессе зимовки. Кратность уменьшения триптофана в гемолимфе пчёл при зимовке отводков на цветочном мёде составила 1,48 раза, на хлопковом – 1,44 раза, на сахарном – 1,5 раза; валина – 1,63, 1,68 и 1,71 раза; метионина – 1,31, 1,4 и 1,32 раза соответственно.

Ключевые слова: отводки пчёл, зимовка, жировое тело, азот, жир, гемолимфа, аминокислоты

INTERIOR INDICATORS AND AMINO ACID LEVELS IN BEE HEMOLYMPH WHEN WINTERING ON FLOWER, COTTON AND SUGAR HONEY

A. G. Mannapov¹, H. B. Yunusov², H. A. Rashidov³, S. R. Suyarkulov⁴

¹Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

^{2,3}Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology,
Samarkand, Republic of Uzbekistan

⁴Fergana Regional Association of Beekeepers, Fergana, Republic of Uzbekistan

Author responsible for correspondence: Alfir Gabdullovich Mannapov, 54alfir@mail.ru,
ORCID 0000-0002-5093-9740

**Интерьерные показатели и уровень аминокислот в гемолимфе пчёл при зимовке
на цветочном, хлопковом и сахарном мёде**

Abstract. Interior indicators and the level of amino acids in the hemolymph of bees during wintering on flower, cotton and sugar honey were studied. It was established that the preparation of bee nucleus with a force of 3 seam of bees between two combs for wintering using flower honey against the background of the arrival of flower pollen pellet due to secondary sowings of sunflower and corn improves the interior indicators of working bees: the degree of development of the fat body is 4 points, nitrogen content – 13.9 mg, fat – 10.2 mg, dry substances – 43.88 mg. When cotton and sugar honey are used in nucleus to reproduce the autumn generation of bees, nitrogen in their body is recorded less compared to the control group by 7.9 and 10.8%, fat – by 22.05 and 22.9%, dry substances – by 7.9 and 7.7%, respectively. Feed reserves in the nesting honeycombs of bee nucleus with cotton honey by the end of December crystallize. Sugar honey does not crystallize in winter, its carbohydrates, performing an energetic and plastic function, save bees from lack of food during the critical wintering period. It was revealed that after wintering, the maximum levels of interior indicators of workers were recorded in nucleus where flower honey was used as fodder honey: the safety of reserve substances of the fat body was 3.5 points, nitrogen level decreased by 1.42 times compared to the initial value, fat – by 1.38 times, dry substances – by 1.38 times; with cotton honey – in nitrogen 3.29 times, in fat – 1.9 times, in dry matter – 2.12 times, respectively. The level of amino acids in the hemolymph of working bees decreases by the end of wintering, especially when wintering nucleus on sugar honey. Thus, the content of lysine decreases in the hemolymph of the studied bees by the end of wintering on flower honey by 1.65 times, on cotton honey – by 1.8 times, on sugar honey – by 2.98 times; histidine – 1.07, 1.16 and 1.95 times; proline – 1.42, 1.29 and 2.26 times, respectively. Tryptophan, valine and especially methionine were most preserved during wintering. The multiplicity of the decrease in tryptophan in the hemolymph of bees during the wintering of nucleus on flower honey was 1.48 times, on cotton – 1.44 times, on sugar – 1.5 times; valine – 1.63, 1.68 and 1.71 times; methionine – 1.31, 1.4 and 1.32 times, respectively.

Keywords: *bee nucleus, wintering, fat body, nitrogen, fat, hemolymph, amino acids*

Введение. Из 100 естественных аминокислот, по Де Грооту, к незаменимым для пчёл относят 10 аминокислот [1–3]. Организм пчёл не может синтезировать незаменимые аминокислоты самостоятельно, поэтому их анализ позволяет выявить нарушения аминокислотного, а, следовательно, белкового обмена и производить их коррекцию [2–4]. Особенно это важно для сформированных отводков на зимовку в условиях Республики Узбекистан, используемых в новом сезоне для опыления хлопчатника. В Узбекистане зимний период хотя и короткий, но резко континентальный, с холодными ночными перепадами температуры. При этом мёд, получаемый с хлопчатника, в биохимическом плане отличается от других сортов [5]. Из моносахаров в нём больше фруктозы по сравнению с глюкозой. В 100 г такого мёда до 80,0% приходится на углеводы, менее 1% – на белки, при полном отсутствии жиров.

Исследователями установлены оптимальные сроки осенней подкормки семей, критическая масса отводков и нуклеусов [6], установлены уровень азота и гликогена у медоносных пчёл при стимулирующей подкормке с гречишным мёдом [7], определены технологии в воспроизводстве медоносных пчёл по законам природного стандарта и эффективные стимулирующие подкормки с белковыми и углеводными наполнителями, включая пребиотики [1–8]. Доказано влияние изменения климата, условий содержания на медовую продуктивность пчелиных семей и морфологические изменения в теле пчёл разных пород при подготовке к зимовке

и после выставки на фоне стимулирующих подкормок [9–14]. Показано состояние и проблемы производства маток и пакетов пчёл в России и странах ближнего зарубежья [15–16].

Однако при зимовке пчелиных семей, и особенно осенних отводков, с кормовыми запасами из хлопкового мёда, регистрируется их гибель, связанная с кристаллизацией этого вида мёда и быстрым расходом резервных веществ жирового тела. При этом нет сведений по содержанию аминокислот в гемолимфе рабочих пчёл осенней генерации в процессе зимовки отводков, при подготовке к зимовке и зимовке их на цветочном, хлопковом и сахарном мёде.

Цель исследований – изучение интерьерных показателей и уровня содержания аминокислот в гемолимфе пчёл при зимовке на цветочном, хлопковом и сахарном мёде.

Материал и методы исследований. Опыты проводили на пчелиных семьях карпатской породы в условиях Самаркандской, Ташкентской областей и Ферганской долины Республики Узбекистан. Осенние отводки формировали на три улочки, используя для них 20-рамочный улей-лежак, вмещающий 7 отводков. Каждый отводок был рассчитан на 3 стандартные (435 x 300 мм) рамки, они имели нижний и верхний леток. Летки выходили на переднюю и заднюю стенки улья-лежака, которые были окрашены в разные цвета. Сверху рамки укрывали холстиками или специальными рейками (470 x 12 x 10 мм) – штапиками, размещаемыми между верхними брусками рамок.

Технология формирования отводка состояла из следующих этапов: из сильной семьи отбирали 1 рамку с разновозрастным расплодом, добавляли рамку суши и стряхивали 2 рамки молодых пчёл; на следующий день давали маточник на выходе или плодную матку; к концу августа – началу сентября осматривали все 7 отводков на наличие плодных маток.

Осеннюю генерацию рабочих пчёл выводили в сентябре – октябре, размещая семьи в зону, богатую пыльцой, с вторичными посевами кукурузы и подсолнечника, где их подкармливали медовой сытой, приготовленной из цветочного, хлопкового и сахарного мёдов, а также их композиционных форм с сахарным мёдом в равных соотношениях. Подкормки проводили внутригнездовыми кормушками в количестве по 300 мл, приготовленными в концентрации 1:1 с кипячёной водой, через день, что стимулировало яйцекладку пчелиных маток. Подкормку проводили до начала октября, а в конце давали увеличенные дозы, чтобы пчёлы могли создать определённый запас кормового мёда для зимовки. Одновременно с этим при подготовке к зимовке основных семей их закармливание также производили с таким расчётом, чтобы без ущерба для основной семьи можно было отобрать по 1–2 кормовые рамки с соответствующим сортом мёда для постановки в гнёзда сформированных отводков.

Состояние отводков перед зимовкой представлено в таблице 1. Особенностью формирования осенних отводков является масса рабочих пчёл в улочках, от которой зависит их выживаемость (сохранность) при зимовке [6].

Учёт степени развитости жирового тела проводили путём изучения анатомического строения этого органа под световым микроскопом МБС-2, фиксированием рабочих особей в жидкости Буэна, с последующим сохранением в 70%-м спирте [17].

Жировое тело у пчёл представлено паренхимой и стромой, где липоциты собраны в мелкие дольки, окружены соединительнотканной стромой. У рабочих пчёл в установленные сроки наблюдений проводили оценку степени развитости жирового тела по методике Маурицио А. (1954) в нижеследующей регламентации [1–2; 17]:

1 балл – жировое тело не развито, липоциты аморфны, через него хорошо просматриваются хитиновые образования тергитов спины;

2 балла – плоские липоциты сгруппированы и образуют однослойную жировую ткань, с голубовато-белыми и полупрозрачными клетками;

3 балла – однослойная жировая ткань представлена несколькими складками, клетки белые, округлые, без заметных включений;

4 балла – жировые липоциты сформированы в многослойную жировую ткань со складчатым рас-

положением, клетки округлые, в них регистрируются/видны включения;

5 баллов – многослойная жировая ткань с многочисленными складками, в которых находятся большие клетки круглой формы, жёлтого цвета, заполнены включениями.

Определение общего азота, содержащегося в организме пчёл, проводили по Кьельдалю, жира – по Сокслету [1–2; 7; 17].

Выявление содержания и уровня аминокислот в гемолимфе рабочих особей контрольной и опытных групп проводили по общепринятой методике [1–4]. Для этого готовили навеску образца массой 50 мг (размер навески зависит от содержания белка), взятую с точностью до четвёртого знака, которую помещали в подготовленную соответствующим образом чистую сухую ампулу, куда добавляли 10 мл 6н HCl (объём HCl рассчитан на 50 мг навески, исходя из того, что 1 мг белка содержит 0,3–1 моль выявляемых аминокислот. Затем 6н HCl добавляли в 200-кратном избытке. Ампулу с содержимым продували, закрывали плотно пробкой и быстро запаивали. Затем запаиваемые ампулы ставили на гидролиз на 24 часа в сушильный шкаф при температуре 105°C. После содержимое количественно переносили в выпарительную чашку и ставили на водяную баню при температуре не выше 50–60°C. После выпаривания первого объёма многократно добавляли по 5 мл дистиллированной воды, каждый раз выпаривая её. Такое выпаривание повторялось до нейтральной реакции, учитываемой на жёлтой лакмусовой бумаге. Впоследствии концентрированный сухой остаток со дна чашки использовали для анализа фракции аминокислот, который проводили по общепринятой методике на автоматическом аминокислотном анализаторе марки Elite Lachrom VWR Hitachi в аккредитованной исследовательской лаборатории кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

У использованных для экспериментов пчелиных семей карпатской породы рабочие особи имели кубитальный индекс 34,0–38,0%, длину хоботка – 6,6–6,9 мм, дискоидальное смещение в 98,0% положительное, форма задней границы воскового зеркала на 5-м стерните – выгнутое – 100%.

Полученные данные подвергались статистической обработке методами вариационной статистики, с проверкой достоверности результатов с использованием t-критерия Стьюдента и уровня значимости (P).

Результаты исследования. Учёт состояния сформированных отводков, проведённый в конце ноября, показал, что по таким параметрам, как масса и сила, содержание кормового мёда, степень развитости жирового тела, уровень биохимических показателей, семьи достаточно хорошо

подготовлены к зимовке в условиях Республики Узбекистан. Особенность опытов состояла в том, что для подготовки к зимовке пчелиных отводков использовали 5 вариантов кормов, включая хлопковый мёд (табл. 1).

Анализ данных показал, что лучшими параметрами подготовленности к зимовке характеризуются отводки на 3 улочки, которым в процессе подготовки к зимовке использовали цветочный мёд: степень развитости жирового тела составила 4 балла, содержание азота – 13,9 мг, жира – 10,2 мг, сухих веществ – 43,88 мг.

Перед зимовкой, при использовании хлопкового и сахарного мёда, в организме рабочих особей осенней генерации в отводках в 3 улочки азота регистрируется меньше, по сравнению с контрольной группой, на 7,9 и 10,8%, уровень жира – на 22,05 и 22,9%, сухих веществ – на 7,9 и 7,7% соответственно.

Следует отметить, что кормовые запасы в гнездовых сотах пчелиных отводков с хлопковым мёдом к концу декабря кристаллизуются, это приводит к ускоренному расходованию резервных веществ, накопленных в жировом теле, и умень-

Таблица 1 – Результаты зимовки отводков силой в 3 улочки на разных сортах мёда в 20-рамочном улье-лежаке ($M \pm m$; в каждой группе $n = 5$)

Группа отводков и вид кормового мёда	Масса отводка, кг	Масса корма, кг	Степень развитости жирового тела пчёл, балл	Содержание в организме пчёл, мг		
				азота	жира	сухих веществ
20 ноября, до зимовки						
1-я, цветочный (контроль)	2,10±0,02	5,84±0,05	4,00±0,00	13,9±0,60	10,20±0,30	43,88±1,20
2-я, хлопковый	2,06±0,03	5,65±0,07	3,80±0,01**	12,8±0,43*	7,95±0,25**	40,40±2,10
3-я, сахарный (СМ)	2,10±0,01	5,76±0,04	3,58±0,02***	12,4±0,51*	7,86±0,16**	40,50±3,20
4-я, цветочный + СМ	2,08±0,02	5,60±0,06	3,92±0,01	13,5±1,20	9,60±0,52	43,30±2,50
5-я, хлопковый + СМ	2,10±0,03	6,0±0,07	3,86±0,02*	11,6±1,00*	8,12±0,40**	41,20±2,20
20 февраля, после зимовки						
1-я, цветочный (контроль)	1,70±0,02	2,56±0,03	3,50±0,01	9,80±0,60	7,40±0,05	32,00±0,78
2-я, хлопковый	1,20±0,01*	3,40±0,04**	2,10±0,02***	3,90±0,05***	4,20±0,03***	19,10±0,65***
3-я, сахарный	1,40±0,01*	2,50±0,01	2,55±0,03**	4,60±0,40***	4,30±0,02***	19,40±0,60***
4-я, цветочный + СМ	1,65±0,01	2,45±0,03	3,30±0,01	7,20±0,04*	6,25±0,60	28,90±0,70
5-я, хлопковый + СМ	1,25±0,02**	3,25±0,03*	2,40±0,02***	4,30±0,03***	4,60±0,20***	21,40±0,80***

Примечание. * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ по сравнению с контрольной группой.

шению химических компонентов углеводного, белкового и жирового обмена. В то же время сахарный мёд, хотя и беден химическими элементами, нужными организму рабочих пчёл, однако он не кристаллизуется, а его углеводы, выполняя энергетическую и пластическую функцию, спасают пчёл от бескормицы в критический период зимовки.

Обобщение результатов зимовки рабочих пчёл в отводках контрольной и опытных групп позволяет констатировать, что максимальные уровни интерьерных показателей регистрировались у особей 1-й группы, у которых в качестве кормового мёда использовался цветочный мёд: сохранность резервных веществ жирового тела была 3,5 балла; уровень азота уменьшился, по сравнению с начальным значением, в 1,42 раза, жира – в 1,38 раза, сухих веществ – в 1,38 раза. В вариантах с

хлопковым мёдом (2-я группа) понижение составило по азоту в 3,29 раза, по жиру – в 1,9 раза, по сухому веществу – в 2,12 раза соответственно.

Содержание в гемолимфе осенней генерации пчёл исследованных аминокислот было различным. Уровни изученных аминокислот в гемолимфе пчёл в процессе зимовки отводков на цветочном, хлопковом и сахарном мёде представлены в таблице 2.

Как показали результаты экспериментов, максимальный уровень в процессе зимовки регистрировался у лизина, вторым был гистидин, третьим – пролин, четвёртым – триптофан, пятым – валин. Минимальным во все сроки исследований был уровень метионина.

Общей закономерностью аминокислотного обмена является то, что в процессе зимовки их

Таблица 2 – Содержание аминокислот в гемолимфе осенней генерации пчёл в процессе зимовки на цветочном, хлопковом и сахарном мёде (мкмоль/л)

Аминокислоты	Дата исследований		
	20 ноября	20 декабря	20 февраля
На цветочном мёде			
Лизин	1775,0	1240,0	1080,0
Гистидин	1120,0	1110,0	1052,0
Пролин	890,0	750,0	691,0
Триптофан	682,0	645,0	459,0
Валин	584,0	422,0	357,0
Метионин	145,0	135,0	110,0
На хлопковом мёде			
Лизин	1702,0	1115,0	949,0
Гистидин	1080,0	1040,0	936,5
Пролин	942,0	780,0	732,0
Триптофан	610,0	668,0	423,6
Валин	538,4	408,4	320,6
Метионин	137,6	116,0	98,0
На сахарном мёде			
Лизин	1502,0	860,0	505,0
Гистидин	944,0	840,0	485,4
Пролин	907,0	743,0	402,6
Триптофан	600,0	620,0	400,3
Валин	513,2	389,2	300,5
Метионин	120,7	99,0	91,0

уровень постоянно понижается. Значительное понижение уровня аминокислот регистрируется при зимовке отводков на сахарном мёде. Так, содержание лизина уменьшается в гемолимфе исследованных пчёл к концу зимовки на цветочном мёде с 1775,0 до 1080,0 мкмоль/л (в 1,65 раза), на хлопковом мёде – с 1702,0 до 949,0 мкмоль/л (в 1,8 раза), на сахарном мёде – с 1502,0 до 505,0 мкмоль/л (в 2,98 раза). Уровень гистидина за исследованный период понижается незначительно – с 1120 до 1052 мкмоль/л (в 1,07 раза), с 1080 до 936,5 мкмоль/л (в 1,16 раза), с 944 до 485,4 мкмоль/л (в 1,95 раза); пролина – с 890 до 691,0 мкмоль/л (в 1,29 раза), с 942 до 732 мкмоль/л (в 1,29 раза), с 907 до 402,6 мкмоль/л (в 2,26 раза) соответственно.

В период зимовки отводков медленный темп понижения уровня в гемолимфе пчёл регистрировался у аминокислоты триптофана. Его понижение к концу зимовки составило на цветочном мёде с 682 до 459 мкмоль/л, на хлопковом мёде – с 610 до 423,6 мкмоль/л, на сахарном мёде – с 600 до 400,3 мкмоль/л. Аналогичную тенденцию регистрировали в отношении аминокислоты валина.

Более замедленный темп снижения уровня в гемолимфе исследованных пчёл был характерен для аминокислоты метионина. При зимовке пчелиных семей на цветочном мёде уровень его понизился с 145,0 до 110,0 мкмоль/л, на хлопковом – с 137,6 до 98,0 мкмоль/л, на сахарном мёде – с 120,7 до 91,0 мкмоль/л.

Выводы. Подготовка к зимовке пчелиных отводков силой в 3 улочки с использованием цветочного мёда, на фоне поступления цветочной обножки (пыльцы) за счёт вторичных посевов подсолнечника и кукурузы, улучшает и стабилизирует интерьерные показатели рабочих пчёл: степень развитости жирового тела составила 4 балла, содержание азота – 13,9 мг, жира – 10,2 мг, сухих веществ – 43,88 мг.

При использовании в отводках хлопкового и сахарного мёда в воспроизводстве осенней генерации пчёл в организме рабочих пчёл азота регистрируется меньше, по сравнению с контрольной группой, на 7,9 и 10,8%, жира – на 22,05 и 22,9%, сухих веществ – на 7,9 и 7,7% соответственно.

Кормовые запасы в гнездовых сотах пчелиных отводков с хлопковым мёдом к концу декаб-

ря кристаллизуются, что ускоряет использование резервных веществ, накопленных в жировом теле. Сахарный мёд не кристаллизуется в зимний период, его углеводы, выполняя энергетическую и пластическую функцию, спасают пчёл от бескормицы в критический период зимовки.

Установлено, что после зимовки максимальные уровни интерьерных показателей рабочих особей регистрировались в отводках, где в качестве кормового мёда использовался цветочный мёд: сохранность резервных веществ жирового тела была 3,5 балла; уровень азота уменьшился, по сравнению с начальным значением, в 1,42 раза, жира – в 1,38 раза, сухих веществ – в 1,38 раза; с хлопковым мёдом – азота в 3,29 раза, жира – в 1,9 раза, сухих веществ – в 2,12 раза соответственно.

Уровень аминокислот в гемолимфе рабочих пчёл постоянно понижается, особенно это заметно при зимовке на сахарном мёде: содержание лизина уменьшается в гемолимфе исследованных пчёл к концу зимовки на цветочном мёде в 1,65 раза, на хлопковом мёде – в 1,8 раза, на сахарном мёде – в 2,98 раза; гистидина – в 1,07, 1,16, 1,95 раза; пролина – в 1,42, 1,29, 2,26 раза соответственно.

Триптофан, валин и особенно метионин характеризовались большей сохранностью в процессе зимовки. Кратность уменьшения триптофана в гемолимфе пчёл при зимовке отводков на цветочном мёде составила 1,48 раза, на хлопковом – 1,44 раза, на сахарном – 1,5 раза; валина – 1,63, 1,68 и 1,71 раза; метионина – 1,31, 1,4 и 1,32 раза соответственно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маннапов А. Г., Трухачев В. И., Скачко А. С. Уровень интерьерных показателей и незаменимых аминокислот в организме пчел осенней генерации на фоне стимулирующих подкормок с пребиотиком // Перспективы развития пчеловодства в условиях индустриализации АПК : сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / отв. за выпуск В. И. Комлацкий (Краснодар, 14–16 октября 2020 г.). Краснодар, 2020. С. 110–119. ISBN 978-5-907402-20-1.
2. Маннапов А. Г., Трухачев В. И., Скачко А. С. [и др.] Состояние жирового тела, гемолимфы и уровня незаменимых аминокислот у пчел осенней генерации при подкормках с пребиотиком // Общественные насекомые. Современные проблемы пчеловодства : материалы Всеросс. науч.-практ. конф., посв. 20-летию АПИ-лаборатории биологического факультета Кубанского государственного университета (Краснодар, 29–30 мая 2021 г.). Краснодар, 2021. С. 80–84. ISBN 978-5-8209-1895-7.
3. Русакова Т. М., Есенкина С. Н., Серебрякова О. В. Аминокислоты – важный показатель качества меда // Пчеловодство. 2020. № 9. С. 39–40. ISSN 0369-8629.
4. Маннапов А. Г., Остривная О. Е. Коррекция уровня валина и лизина в организме медоносных пчел в зимний период микроводорослями *Chlorella Vulgaris* Bin // Естественные и технические науки. 2021. № 5 (156). С. 110–116. ISSN 1684-2626.
5. Есенкина С. Н., Серебрякова О. В. Активность инвертазы и диастазного числа в меде разного ботанического происхождения // Пчеловодство. 2019. № 8. С. 52–53. ISSN 0369-8629.
6. Лебедев В. И., Лебедева В. П., Соловова М. П. Оптимальные сроки осенней подкормки // Пчеловодство. 2000. № 7. С. 14–17. ISSN 0369-8629.
7. Мамонтова Ю. А., Маннапов А. Г. Уровень азота и гликогена у медоносных пчел при стимулирующей подкормке с гречишным медом // Современные проблемы пчеловодства и пути их решения : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 10–12 марта 2016 г.). М., 2016. С. 183–192. ISBN 978-5-86607-450-1.
8. Маннапов А. Г., Хоружий Л. И., Симоганов Н. А. [и др.] Технология производства продукции пчеловодства по законам природного стандарта : монография. М. : Проспект, 2016. 184 с. ISBN 978-5-392-17509-3.
9. Земскова Н. Е., Мельникова Е. Н. Влияние изменения климата на медопродуктивность пчел в Самарской области // Пчеловодство холодного и умеренного климата : материалы V-й междунар. науч.-практ. конф. (Москва-Псков, 19–20 октября 2021 г.). Псков : Российский государственный аграрный заочный университет, 2021. С. 32–37.
10. Земскова Н. Е., Мельникова Е. Н., Мельников М. М. Морфологические изменения в теле пчел разных пород при подготовке к зимовке в Самарской области // Морфология. 2019. Т. 155, № 2. С. 119. ISSN 1026-3543.
11. Мельникова Е. Н., Мельников М. М., Земскова Н. Е. Содержание пчел в условиях лесостепной зоны Самарской области // Пчеловодство. 2019. № 2. С. 12–13. ISSN 0369-8629.
12. Мельникова Е. Н. Влияние породы пчел на качество зимовки в Самарской области // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Самара, 7 апреля 2021 г.). Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. С. 334–335. ISBN 978-5-88575-634-1.
13. Пшеничная Е. А. Влияние подкормок на пчел перед зимовкой и после выставки // Пчеловодство. 2011. № 7. С. 20–21. ISSN 0369-8629.

14. Мельник В. Н., Муравская А. И., Мельник Н. В. Препараты-стимуляторы для пчел // Пчеловодство. 2006. № 3. С. 22–24. ISSN 0369-8629.
15. Сокольский С. С. Состояние и проблемы производства маток и пакетов пчел в России // Пчеловодство. 2001. № 7. С. 7–9. ISSN 0369-8629.
16. Трухачев В. И., Маннапов А. Г. Инновационный прорыв в биологии пчел и технологии производства продуктов пчеловодства // Пчеловодство. 2020. № 3. С. 4–6. ISSN 0369-8629.
17. Бородачев А. В. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве : учебное пособие. – Рыбное : НИИП, 2006. 154 с.

References

1. Mannapov A. G., Trukhachev V. I., Skachko A. S. Uroven' inter'ernyh pokazatelej i nezamenimyh aminokislot v organizme pchel osennej generacii na fone stimulirujushhijh podkormok s prebiotikom // Perspektivy razvitija pchelovodstva v uslovijah industrializacii APK : sb. statej po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / otv. za vypusk V. I. Komlatskij (Krasnodar, 14–16 oktjabrja 2020 g.). Krasnodar, 2020. S. 110–119. ISBN 978-5-907402-20-1.
2. Mannapov A. G., Trukhachev V. I., Skachko A. S. [i dr.] Sostojanie zhirovogo tela, gemolimfy i urovnja nezamenimyh aminokislot u pchel osennej generacii pri podkormkah s prebiotikom // Obshhestvennye nasekomye. Sovremennye problemy pchelovodstva : materialy Vseross. nauch.-prakt. konf., posv. 20-letiju API-laboratorii biologicheskogo fakul'teta Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Krasnodar, 29–30 maja 2021 g.). Krasnodar, 2021. S. 80–84. ISBN 978-5-8209-1895-7.
3. Rusakova T. M., Esenkina S. N., Serebryakova O. V. Aminokisloty – vazhnyj pokazatel' kachestva meda // Pchelovodstvo. 2020. № 9. S. 39–40. ISSN 0369-8629.
4. Mannapov A. G., Ostrivnaya O. E. Korrekcija urovnja valina i lizina v organizme medonosnyh pchel v zimnij period mikrovdorosljami Chlorella Vulgaris Bin // Estestvennye i tehicheskie nauki. 2021. № 5 (156). S. 110–116. ISSN 1684-2626.
5. Esenkina S. N., Serebryakova O. V. Aktivnost' invertazy i diastaznogo chisla v mede raznogo botanicheskogo proishozhdenija // Pchelovodstvo. 2019. № 8. S. 52–53. ISSN 0369-8629.
6. Lebedev V. I., Lebedeva V. P., Solovova M. P. Optimal'nye sroki osennej podkormki // Pchelovodstvo. 2000. № 7. S. 14–17. ISSN 0369-8629.
7. Mamontova Yu. A., Mannapov A. G. Uroven' azota i glikogena u medonosnyh pchel pri stimulirujushhej podkormke s grechishnym medom // Sovremennye problemy pchelovodstva i puti ih reshenija : sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva, 10–12 marta 2016 g.). M., 2016. S. 183–192. ISBN 978-5-86607-450-1.
8. Mannapov A. G., Khoruzhij L. I., Simogonov N. A. [i dr.] Tehnologija proizvodstva produkcii pchelovodstva po zakonam prirodnoho standarta : monografija. M. : Prospekt, 2016. 184 s. ISBN 978-5-392-17509-3.
9. Zemskova N. E., Mel'nikova E. N. Vlijanie izmenenija klimata na medoproduktivnost' pchel v Samarskoj oblasti // Pchelovodstvo holodnogo i umerennogo klimata : materialy V-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Moskva-Pskov, 19–20 oktjabrja 2021 g.). Pskov : Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj zaochnyj universitet, 2021. S. 32–37.
10. Zemskova N. E., Mel'nikova E. N., Mel'nikov M. M. Morfologicheskie izmenenija v tele pchel raznyh porod pri podgotovke k zimovke v Samarskoj oblasti // Morfologija. 2019. T. 155, № 2. S. 119. ISSN 1026-3543.
11. Mel'nikova E. N., Mel'nikov M. M., Zemskova N. E. Soderzhanie pchel v uslovijah lesostepnoj zony Samarskoj oblasti // Pchelovodstvo. 2019. № 2. S. 12–13. ISSN 0369-8629.
12. Mel'nikova E. N. Vlijanie porody pchel na kachestvo zimovki v Samarskoj oblasti // Vklad molodyh uchenyh v agrarnuju nauku : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Samara, 7 aprelja 2021 g.). Kinel' : IBC Samarskogo GAU, 2021. S. 334–335. ISBN 978-5-88575-634-1.
13. Pshenichnaya E. A. Vlijanie podkormok na pchel pered zimovkoj i posle vystavki // Pchelovodstvo. 2011. № 7. S. 20–21. ISSN 0369-8629.
14. Mel'nik V. N., Muravskaya A. I., Mel'nik N. V. Preparaty-stimulyatory dlja pchel // Pchelovodstvo. 2006. № 3. S. 22–24. ISSN 0369-8629.
15. Sokol'skij S. S. Sostojanie i problemy proizvodstva matok i paketov pchel v Rossii // Pchelovodstvo. 2001. № 7. S. 7–9. ISSN 0369-8629.
16. Trukhachev V. I., Mannapov A. G. Innovacionnyj proryv v biologii pchel i tehnologii proizvodstva produktov pchelovodstva // Pchelovodstvo. 2020. № 3. S. 4–6. ISSN 0369-8629.
17. Borodachev A. V. Metody provedenija nauchno-issledovatel'skih rabot v pchelovodstve : uchebnoe posobie. – Rybnoe : NIIP, 2006. 154 s.

Сведения об авторах

Альфир Габдуллович Маннапов – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой аквакультуры и пчеловодства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 8835-6526.

Худайназар Бекназарович Юнусов – доктор биологических наук, профессор, ректор, Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, samvmi@edu.uz.

Хайдар Абубакирович Рашидов – ассистент кафедры частной зоотехнии, Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, xaydarrashidov9@gmail.com.

Шерали Рустамбекович Суяркулов – кандидат сельскохозяйственных наук, консультант, Ферганский областной союз пчеловодов, fspbee@gmail.com.

Information about the authors

Alfir G. Mannapov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Aquaculture and Beekeeping, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev", spin-code: 8835-6526.

Khudaynazar B. Yunusov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Rector, Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, samvmi@edu.uz.

Khaidar A. Rashidov – Assistant of the Department of Private Animal Science, Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, xaydarrashidov9@gmail.com.

Sherali R. Suyarkulov – Candidate of Agricultural Sciences, consultant, Fergana Regional Union of Beekeepers, fspbee@gmail.com.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2021 ГОДУ

ВЫШЛО УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЕДЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ
В СТАДАХ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

АВТОРЫ: Р. В. ТАМАРОВА, Н. С. ФУРАЕВА, Е. А. ЗВЕРЕВА

ДОПУЩЕНО

ФЕДЕРАЛЬНЫМ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УКРУПНЕННОЙ ГРУППЕ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ 36.00.00 ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИИ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ МЕЖВУЗОВСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ 36.03.02 ЗООТЕХНИИ (БАКАЛАВРИАТ) И 36.04.02 ЗООТЕХНИИ (МАГИСТРАТУРА)

Учебное пособие является руководством для организации самостоятельной работы студентов по освоению фундаментальных теоретических положений современной зоотехнической науки и практической работы с племенными и товарными стадами молочного и молочно-мясного скота. В нём представлены методы идентификации молодняка и коров, племенного учёта, оценки роста и развития, экстерьерных показателей животных по современным методикам; научный анализ состояния стада, генеалогической структуры стад и пород, принципы методического отбора животных желательных генотипов, целенаправленного улучшающего подбора родительских пар, методика создания новых пород, внутривидовых типов, линий, кроссов животных, пригодных для интенсивных технологий производства молока, основы разработки перспективных селекционных планов и долгосрочных программ по качественному совершенствованию стад. Индивидуальная работа по вариантам баз данных способствует приобретению практических навыков профессиональной квалификации и необходимых компетенций.

УДК 636.2.082.2; ББК 45.3; ISBN 978-5-98914-241-5; 180 СТР.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

e-mail: e.bogoslavskaya@yarcx.ru

Научная статья
 УДК 631.371:621.31.0.03
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.008

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

**В. И. Загинайлов¹, Н. А. Стушкина², О. В. Лештаев³, Е. А. Овсянникова⁴,
 Т. А. Мамедов⁵**

^{1, 2, 3, 4}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
 Москва, Россия

⁵Объединенная электросетевая компания, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Владимир Ильич Загинайлов, energo-viz@mail.ru,
 ORCID 0000-0002-2623-760X

Реферат. Поставленная в работе цель – повышение энергоэффективности производства сельскохозяйственной продукции (СП) на предприятиях АПК – может быть достигнута только при снижении энергоёмкости производства продукции на всех предприятиях страны, производящих продукцию или оказывающих услуги населению, в том числе и на сельскохозяйственных предприятиях (СХП). Предлагается в основу определения энергоёмкости производства СП положить метод расчёта аналогичный методу определения энергоёмкости ВВП страны. Энергоёмкость производства СП в СХП может быть снижена как за счёт внедрения и использования возобновляемых источников энергии и получения энергии из вторичных энергетических ресурсов, экономии и снижения потребления первичной энергии на всех этапах её производства, так и за счёт применения высокоэффективных технологий и системы машин, использования высокоурожайных сортов и высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных и птиц, создания оптимальных условий для жизнедеятельности растений и животных для реализации заложенного в них генетического потенциала и позволяющих повысить количество и качество произведённой и реализуемой СП, а также при создании «умных» сельскохозяйственных предприятий с комплексом взаимосвязанных «умных» полей, ферм и вспомогательных производств, а не с отдельно взятым «умным» полем или «умной» фермой. Только при взаимосвязи технологий основных и вспомогательных производств СХП между собой и учёте внешних связей с другими предприятиями обеспечивается снижение материальных, энергетических и трудовых затрат на производство СП. Это обеспечивает решение основной задачи СХП – получение максимального валового дохода и прибыли при производстве СП. Проведённое определение энергоэффективности производства СП в СХП позволяет вести учёт, планирование и прогнозирование планомерного снижения энергоёмкости на предприятиях АПК и тем самым обеспечить снижение энергоёмкости ВВП страны.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, энергоёмкость, коэффициент полезного действия, валовой доход, сельскохозяйственная продукция, сельскохозяйственное предприятие, «умное» предприятие

ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF MANUFACTURING BY AGRICULTURAL ENTERPRISES

**Vladimir I. Zaginaylov¹, Nataliya A. Stushkina², Oleg V. LeshtaeV³,
 Elena A. Ovsyannikova⁴, Timur A. Mamedov⁵**

^{1, 2, 3, 4}Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

⁵United Electric Grid Company, Moscow, Russia

Author responsible for correspondence: Vladimir Ilyich Zaginaylov,
energo-viz@mail.ru, ORCID 0000-0002-2623-760X

Abstract. The goal set in the work is to increase the energy efficiency of agricultural product (AP) production at agro-industrial enterprises can be achieved only by reducing the energy intensity of manufacturing at all enterprises of the country that produce products or provide services to the population, including agricultural

Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями

enterprises (AE). It is proposed to base the determination of the energy intensity of AP production on a calculation method similar to the method of determining the energy intensity of the country's GDP. The energy intensity of AP production in the AE can be reduced both due to the introduction and use of renewable energy sources and the production of energy from secondary energy resources, saving and reducing the consumption of primary energy at all stages of its production, and due to the use of highly efficient technologies and a system of machines, the use of high-yielding varieties and highly productive breeds of farm animals and poultry, creating optimal conditions for the life of plants and animals for the realization of the genetic potential inherent in them and allowing to increase the quantity and quality of the produced and sold AP, as well as when creating "smart" agricultural enterprises with a complex of interconnected "smart" fields, farms and auxiliary processes, and not with a single "smart" field or "smart" farm. Only if the technologies of the main and auxiliary production of the AE are interconnected and the external relations with other enterprises are taken into account, the material, energy and labor costs for the production of the AP are reduced. This provides a solution to the main task of the CSA – obtaining the maximum gross income and profit in the production of AP. The conducted determination of the energy efficiency of AP production in the AE allows us to record, plan and predict a systematic decrease in energy intensity at agro-industrial complex enterprises and thereby ensure a decrease in the energy intensity of the country's GDP.

Keywords: energy saving, energy efficiency, energy intensity, efficiency, gross income, agricultural products, agricultural enterprise, "smart" enterprise

Введение. Уровень жизни населения любой страны во многом зависит от эффективности использования энергии, определяемой величиной энергоёмкости валового внутреннего продукта (ВВП) [1]:

$$\mathcal{E}_{ВВП} = \frac{W_{ВВП}}{ВВП}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{ВВП}$ – энергоёмкость ВВП, произведённого за год (т у.т./1000 \$); $W_{ВВП}$ – количество энергии, используемой на внутреннее потребление в стране в течение года, т у.т.; ВВП – общая стоимость товаров (продукции), производимых в стране за год, отнесённая к 1000 \$ США. Основными составляющими ВВП являются произведённая продукция и оказанные услуги за год, а также расходы государства на образование, строительство дорог и др.

Энергоёмкость ВВП нашей страны в 2–3 раза больше, чем Японии, США и других ведущих стран мира [1]. Соответственно, повышение энергоэффективности производства продукции является одним из ключевых направлений энергетической стратегии России [2; 3].

В 2008 году был издан Указ Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» [4], в 2009 принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [2], в 2010 году разработана государственная программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности до 2020 года [5]. При выполнении положений Указа и программы энергоёмкость ВВП к 2020 году должна быть снижена на 40% по сравнению с 2007 годом. Однако снижение энергоёмкости ВВП произошло всего на 13,5% [6], и отставание от ведущих стран мира остаётся на прежнем уровне [7].

В 2018 году правительством РФ принят комплексный план мероприятий по повышению энергоэффективности экономики страны до 2030 года [8], в котором намечена амбициозная задача – к 2030 году снизить энергоёмкость ВВП страны на 21% (при поэтапном снижении энергоёмкости ВВП не менее чем до 1,5 процента в год) по сравнению с 2016 годом. Считаем, что достижение поставленной цели возможно только при снижении энергоёмкости производства продукции на всех предприятиях страны, производящих продукцию или оказывающих услуги населению Российской Федерации, в том числе и на сельскохозяйственных предприятиях [9]. Для этого необходимо определить показатель энергоэффективности деятельности и снижение затрат энергии в сельхозпредприятиях (СХП) на производство сельскохозяйственной продукции (СП), в соответствии с которым можно определять и снижение энергоёмкости ВВП страны.

Одним из направлений снижения энергоёмкости производства продукции СХП является механизация и автоматизация процессов, т.е. замена ручного труда на работу машин в технологических операциях и в операциях управления производством. В настоящее время производство сельскохозяйственной продукции на предприятиях АПК является высокомеханизированным и автоматизированным [10], однако из-за:

- возросшего количества управленческих решений, влияющих на экономические показатели предприятия, которые в течение сезона необходимо принимать руководителю СХП в ограниченные промежутки времени (более 40 различных управленческих решений в течение сезона [11]);

- увеличившихся объёмов производства СП, высоких скоростей обработки и переработки про-

дукции, человек (оператор) не в состоянии справиться с потоком получаемой стохастической информации, которую необходимо оперативно обрабатывать, принимать правильные решения и одновременно управлять производственным процессом [12];

– несоблюдения требований современных технологий к обеспечению параметров жизнедеятельности биологических объектов (сельскохозяйственных растений и животных), их генетический потенциал реализуется не полностью, что приводит к высоким материальным и энергетическим затратам и потерям при производстве СП [10]. Так, при максимально возможной урожайности зерновых культур, определяемой биоклиматическим потенциалом в стране, в 13,4 т/га [13], средняя урожайность в 1995 году составила всего 1,5...2 т/га [14]. В последние годы урожайность в стране выросла на 60%, но по-прежнему уступает урожайности в США и Германии в 3–4 раза [11].

Выход из создавшегося положения – это переход к цифровой трансформации экономики страны [15; 16], внедрение «умных» систем производства ВВП, в том числе производства СП. «Умное» производство (англ. Smart Manufacturing) – это комплекс технологий, методов и организационных подходов, который способен обеспечить более высокую продуктивность и качество производимой продукции при быстрой перенастройке технологических процессов производства и одновременном снижении затрат на материалы, энергию и трудовые ресурсы [17].

К настоящему времени в России созданы все предпосылки перехода к цифровизации производства, созданию интеллектуально-информационных систем управления (ИИСУ) предприятиями. Приняты Указы Президента [15; 18; 19], в которых поставлены задачи по стратегическому развитию экономики страны до 2030 года, включая внедрение цифровых технологий и платформенных решений во всех отраслях экономики и социальной сферы, и определён переход к роботизированным комплексам и интеллектуальным системам управления преимущественно на основе отечественных разработок. При этом обращено внимание на:

– создание системы правового регулирования цифровой экономики и комплексной системы финансирования проектов по разработке и (или) внедрению цифровых технологий и платформенных решений при глобальной конкурентоспособной инфраструктуре передачи, обработки и хранения данных и обеспечении их информационной безопасности, гарантирующей защиту интересов личности, бизнеса и государства;

– применение на всех объектах, оказывающих воздействие на окружающую среду, системы

экологического регулирования, основанной на использовании наилучших доступных технологий;

– повышение эффективности процессов планирования, прогнозирования и принятия управленческих решений (включая прогнозирование отказов оборудования и его превентивное техническое обслуживание, оптимизацию планирования поставок, производственных процессов и принятия финансовых решений);

– обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики.

В соответствии с поставленными задачами, в том числе с целью обеспечения ускоренного внедрения цифровых технологий в социальной сфере, в экономике, включая сельское хозяйство, Правительством РФ скорректирована Национальная программа (проект) «Цифровая экономика Российской Федерации» [20] и утверждено «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» [16].

Согласно принятым решениям Министерством сельского хозяйства Российской Федерации подготовлен ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» [21], согласно которому, при стимулировании процессов цифровизации экономики агропромышленного комплекса и подготовке специалистов сельскохозяйственных предприятий в области цифровой экономики, поставлена цель – обеспечить технологический прорыв в АПК и рост производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2024 г. посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.

Для осуществления цифровизации экономики агропромышленного комплекса предлагается создание цикла сквозных цифровых программ [11]: «умное сельскохозяйственное предприятие», «умное поле», «умная ферма», «умная теплица», «умный сад», основанных на современных конкурентоспособных отечественных информационных технологиях.

Цель работы – повышение энергоэффективности производства СП в СХП за счёт перехода к цифровизации его производственных процессов и создания комплекса «умных» производств, обеспечивающих как снижение энергоёмкости производства сельскохозяйственной продукции в СХП и повышение прибыли СХП при реализации произведённой продукции, так и соответствующий вклад в снижение энергоёмкости ВВП страны.

Материалы и методы. Достижение поставленной цели, как уже было отмечено выше, обеспечивается при переходе к цифровым технологиям производства СП [15; 16]: использовании промышленного интернета (*IoT*) и больших данных (*Big*

Data) при сборе и обмене информацией; создании цифровых двойников производств; использовании цифровых нейротехнологий и искусственного интеллекта при анализе, прогнозировании и принятии оперативных решений по оптимальному управлению производством СП и получению более высокой продуктивности и качества производимой продукции, при одновременном снижении затрат на материалы, энергию и трудовые ресурсы [17].

Сельскохозяйственное предприятие является большой и сложной системой, находящейся во взаимосвязи с окружающими системами (с другими организациями и предприятиями, в том числе и конкурентами) и охватывающей основные технологии производства сельскохозяйственной продукции (растениеводства, животноводства) и вспомогательные технологии СХП (производство и приготовление корма, органических удобрений из отходов основных технологий, энергии из вторичных энергетических ресурсов СХП и др.). Поэтому управление СХП должно основываться на системном анализе входных и выходных параметров предприятия и его технологий, изменяющихся во времени и пространстве, которые необходимо постоянно контролировать в условиях неопределённости и изменчивости окружающей среды, обрабатывать, хранить, прогнозировать и осуществлять информационно-интеллектуальные воздействия на информационные, вещественные (материальные), энергетические и финансовые (денежные) потоки для реализации основной задачи СХП – получения максимально возможной прибыли при реализации СП, произведённой при наименьших материальных, энергетических, трудовых и финансовых затратах [22; 23]. При этом контроль и учёт факторов, влияющих на производство СП и управление его параметрами, обеспечивается на взаимосвязанных внешнем и внутреннем уровнях СХП.

На уровне внешних связей СХП с другими предприятиями и организациями обеспечивается подготовка к производству СП с решением задач: юридических и правовых, финансовых и экономических, административно-хозяйственных и социальных (обеспечение производственных процессов техникой, материалами, энергией, трудовыми ресурсами и технологической информацией (проекты, договоры, сметы, технологии и т.д.), реализация СП с наибольшей выгодой, используемой на решение вышеуказанных задач и повышение благосостояния и уровня жизни работников СХП).

На внутреннем уровне управления СХП непосредственно решаются задачи по производству различных видов конкурентоспособной экологически чистой СП, при рациональном использовании приобретённых материалов, техники, энергии и технологической информации трудовым коллек-

тивом посредством создания комплекса «умных» производств: в растениеводстве – «умных» полей, садов, теплиц; в животноводстве – «умных» ферм КРС, свиноводческих комплексов, птицефабрик и т.д. [11], объектом которых является один из видов СП, состоящей из живых биологических объектов с генетической программой воспроизводства и развития, для которых необходимо создать оптимальные условия для жизнедеятельности, и высококачественная, экологически чистая СП данного вида будет получена в прогнозируемых количествах, при минимальных трудовых, материальных и энергетических затратах, за счёт естественного роста и развития биологических объектов [10].

В основу расчёта и определения энергоэффективности производства СП положен метод, аналогичный методу расчёта и определения энергоэффективности ВВП (1). Предлагается расчёт и определение энергоэффективности производства СП осуществлять по энергоёмкости производства продукции [24], т.е. по величине потребления энергии и (или) топлива, расходуемых на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы:

$$\mathcal{E}_{СП} = \frac{W_{СП}}{ВД}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_{СП}$ – энергоёмкость производства сельскохозяйственной продукции, произведённой предприятием АПК за год, (т у.т./1000 \$); $W_{СП}$ – количество энергии (включая энергию топлив $W_{ЭТ}$, электрическую $W_{ЭЭ}$ и тепловую $W_{ТЭ}$ энергии), потребляемой и используемой на предприятии АПК на производство сельскохозяйственной продукции и оказание услуг в течение года, т у.т.; $ВД$ – валовой доход СХП, величина которого определяется количеством видов и качеством произведённой продукции (предоставленных услуг), реализуемой на рынке в течение года и отнесённой к 1000 \$ США.

В соответствии с (2) снижение $\mathcal{E}_{СП}$ может быть достигнуто как при уменьшении количества энергии, используемой на предприятии АПК на производство сельскохозяйственной продукции и оказание услуг в течение года, так и при увеличении годового валового дохода СХП, т.е. увеличении количества (качества) произведённой и реализованной СП на рынке продовольствия. Снижение энергоёмкости производства продукции на предприятиях страны, соответственно, приведёт к снижению $\mathcal{E}_{ВВП}$.

При снижении $\mathcal{E}_{СП}$ за счёт увеличения годового валового дохода СХП, достигается и решение основной задачи СХП – получение максимально возможной прибыли (Π) от реализации СП, т.к. $\Pi = ВД - И$, при постоянстве или снижении

издержек (И) на производство сельскохозяйственной продукции и оказание услуг населению.

Результаты и обсуждения. Рассмотрим изменение энергоёмкости производства сельскохозяйственной продукции (2) на примере современного коллективного хозяйства, ориентированного на производство продукции растениеводства с высокой урожайностью и животноводства с высокой продуктивностью [23], при цифровизации его производств продукции и создании «умного» предприятия.

В основу системы управления «умным» СХП положим систему контроля, учёта, анализа, планирования (прогнозирования) и управления энергообеспечением и энергосбережением (рис. 1), включая:

- информационно-аналитический центр с информационно-коммутиционной (ИКС) и геоинформационной системами связи (ГИС), предназначенными для контроля и управления потоками информации, определяемыми как параметрами основных и вспомогательных производств СХП, так и изменяющимися условиями окружающей среды, а также включая контроль и управление потоками информации на уровне внешних связей СХП с другими предприятиями и организациями;

- технологии производства продукции растениеводства (ТППР), с системой машин для производства продукции растениеводства (СМР) образуют совокупность «умных» производств продукции растениеводства: «умное» поле, «умная» теплица, «умный» сад и т.д. (количество «умных» производств продукции растениеводства определяется количеством полей, теплиц, садов и других производств продукции растениеводства);

- технологии производства продукции животноводства (ТППЖ), с системой машин для производства продукции животноводства (СМЖ)

образуют совокупность «умных» производств продукции животноводства: «умная» молочно-товарная ферма, «умная» ферма по откорму КРС, «умный» свинокомплекс, «умная» птицеферма и т.д. (количество «умных» производств продукции животноводства определяется количеством ферм, комплексов и других производств продукции животноводства);

- технологии производства продукции во вспомогательных технологических процессах (ТППВ), с системой машин для производства продукции вспомогательных производств (СМВ) образуют совокупность «умных» вспомогательных производств СХП: «умный» кормоцех, «умное» зернохранилище, «умное» производство энергии из вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), «умное» правление СХП и т.д. (количество «умных» вспомогательных производств СХП определяется видом деятельности СХП и целесообразностью создания вспомогательных производств).

В соответствии со схемой движения и распределения основных потоков энергии и продукции сельскохозяйственного предприятия (рис. 1) потребляемая энергия СХП равна:

$$W_{СП} = W_{ЭП} - W_{ВИЭ} - W_{ВЭР} \quad (3)$$

где $W_{ЭП}$ – энергия, закупаемая предприятием (дизельное топливо, бензин, природный газ, уголь), теплота, электроэнергия; $W_{ВИЭ}$ – энергия, которая может быть произведена на предприятии за счёт возобновляемых источников энергии (солнечные, ветро-, гидро-, геотермальные источники энергии); $W_{ВЭР}$ – энергия, которая может быть получена за счёт использования вторичных энергетических ресурсов СХП (биогаз из отходов производства продукции растениеводства и животноводства, биоэтанол из спиртосодержащих

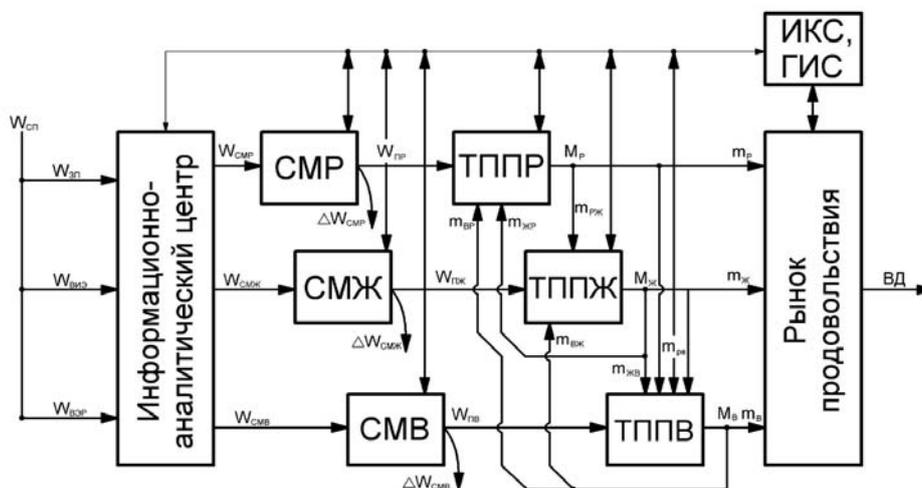


Рисунок 1 – Схема движения и распределения основных потоков энергии и продукции сельскохозяйственного предприятия

сельскохозяйственных культур, биодизель из ма-
слосодержащих сельскохозяйственных культур).

Энергия, потребляемая СХП, использует-
ся СМР, СМЖ и СМВ на оказание регулирующих
воздействий (на рис. 1 не показано) на пара-
метры технологий производства СП (ТПСП) с целью
устранения негативного влияния возмущающих
воздействий окружающей среды (на рис. 1 не по-
казано) на ТПСП и создания оптимальных условий
жизнедеятельности для растений и животных в
основных ТП или для обеспечения заданных па-
раметров функционирования вспомогательных ТП
СХП, т.е. на производство, переработку, хранение
и транспортировку соответствующей СП и исполь-
зуемых при этом материалов (рис. 1).

Энергия, потребляемая СХП и используемая
СМР, СМЖ и СМВ в ТПСП, определяется по выра-
жению:

$$W_{СП} = W_{СМР} + W_{СМЖ} + W_{СМВ} \quad (4)$$

где $W_{СМР}$ – энергия, используемая на произ-
водство, обработку, переработку, хранение и
транспортировку продукции растениеводства; $W_{СМЖ}$
– энергия, используемая на уход за животными,
производство, обработку, переработку, хране-
ние и транспортировку продукции животноводст-
ва; $W_{СМВ}$ – энергия, используемая на проведение
вспомогательных технологических процессов на
предприятии, в том числе на собственные нужды
предприятия, т.е. использование энергии на ТП,
например, на: производство энергии из ВЭР или
с использованием возобновляемых источников
энергии (ВИЭ), приготовление кормов для живот-
ных, проведение работ по ремонту техники, ока-
зание услуг населению или другим предприятиям,
отопление и освещение административных зда-
ний, топливо для служебных автомобилей и т. д.

В основу оценки энергоэффективности ис-
пользования топливно-энергетических ресурсов
(ТЭР) сельскохозяйственным предприятием по-
ложена её оценка по энергоёмкости производст-
ва продукции (2) и контроль и учёт полезно ис-
пользуемой энергии на проведение ТППР, ТППЖ
и ТППВ:

$$W_{ПИ} = W_{ПР} + W_{ПЖ} + W_{ПВ} \quad (5)$$

где $W_{ПР}$ – полезно используемая энергия на об-
работку и подготовку почвы к посеву, посев, уход
за посевами, уборку и транспортировку урожая;
 $W_{ПЖ}$ – полезно используемая энергия на производ-
ство, подработку и транспортировку продукции
животноводства; $W_{ПВ}$ – полезно используемая энер-
гия на проведение вспомогательных технологиче-
ских процессов СХП на обработку, переработку и
хранение продукции растениеводства, животно-

водства и вспомогательных производств, их тран-
спортировку и др.

Оценку энергоэффективности использования
ТЭР СМ проведём в соответствии с ГОСТ 31607-
2012 [24]:

– по средневзвешенному коэффициенту по-
лезного действия (КПД) системы машин, исполь-
зуемых на предприятии:

$$\eta_{СМ} = \frac{W_{ПИ}}{W_{СП}}; \quad (6)$$

– по потерям энергии в системе машин пред-
приятия:

$$\Delta W_{СМ} = W_{СП} - W_{ПИ} = \Delta W_{СМР} + \Delta W_{СМЖ} + \Delta W_{СМВ}, \quad (7)$$

где $\Delta W_{СМР}$, $\Delta W_{СМЖ}$, $\Delta W_{СМВ}$ – соответственно потери
энергии в системах машин растениеводства, жи-
вотноводства и для производства продукции вспо-
могательных производств.

Параметры энергоэффективности использова-
ния ТЭР (2)–(7), при производстве СП в СХП, взаи-
мосвязаны между собой, так, определяя $W_{СП}$ из (6)
и подставляя в (2), получаем:

$$\mathcal{E}_{СП} = \frac{W_{ПИ}}{\eta_{СМ} \cdot ВД}. \quad (8)$$

Следовательно, при производстве СП, для
снижения $\mathcal{E}_{СП}$, необходимо использовать энергос-
берегающие ТПСП с малым потреблением полезно
используемой энергии и высокоэффективные СМ с
высоким КПД, что также обеспечивает снижение
потерь энергии в СМ:

$$\Delta W_{СМ} = W_{СП} \cdot (1 - \eta_{СМ}). \quad (9)$$

Уравнение (9) получено при преобразовании
выражения (7) после подстановки в него $W_{ПИ}$ опре-
делённой по выражению (6).

Для определения энергоэффективности ТПСП,
согласно (2) или (8), необходимо знать величину
ВД СХП, которая определяется движением матери-
альных потоков на предприятии, исходя из произ-
водства продукции:

– растениеводства в ТППР:

$$M_P = m_P + m_{PP} + m_{PJ} + m_{PB};$$

– животноводства в ТППЖ:

$$M_J = m_J + m_{JJ} + m_{JP} + m_{JB};$$

– вспомогательных производств в ТППВ:

$$M_B = m_B + m_{BB} + m_{BP} + m_{BJ};$$

где $m_{СП} = m_P + m_J + m_B$ – количество (масса)

продукции СХП, соответственно, равная количеству (массе) продукции растениеводства, животноводства и вспомогательных производств предприятия, произведённой и реализованной на рынке продовольствия; m_{PP}, m_{JP}, m_{BP} – соответственно количество (масса) произведённой продукции растениеводства, животноводства и вспомогательных производств предприятия, включая отходы производств, используемое в качестве органического удобрения полей (почвы); m_{PJ}, m_{JJ}, m_{BJ} – соответственно количество (масса) произведённой продукции растениеводства, животноводства и вспомогательных производств предприятия, включая отходы производства, на корм животным; m_{PB}, m_{JB}, m_{BB} – соответственно количество (масса) произведённой продукции растениеводства, животноводства и вспомогательных производств предприятия, включая отходы производства, используемое на производство кормов, органических удобрений, вторичной энергии (топлива, электрической или тепловой энергии) и т.д. в ТППВ.

Количество (масса) произведённой СП (растениеводства, животноводства и вспомогательных производств предприятия) и реализованной на рынке продовольствия определяет величину ВД СХП:

$$ВД = \sum_{i=1, j=1}^{n, m} m_{СПij} \cdot C_{СПij} \quad (10)$$

где $m_{СПij}$ – количество (масса) произведённой i -й СП j -го качества в СХП для реализации; $C_{СПij}$ – цена i -й СП j -го качества, реализованной на рынке продовольствия.

Материальные потоки на предприятии во многом определяются кругооборотом питательных веществ (ПВ): почва – растения – животные. Растениям нужны ПВ, которые они поглощают из почвы: животным – корма, выращиваемые на полях предприятия; ПВ в почве возмещаются внесением на поля органических и минеральных удобрений. Чем выше урожайность, тем больше вынос ПВ из почвы, которые должны быть возмещены за счёт внесения в неё минеральных удобрений.

В соответствии с выражениями, аналогичными (2)–(10), можно рассчитать параметры энергоэффективности и энергосбережения, определяющие энергоэффективность и энергосбережение основных и вспомогательных технологий производства СП, «умных» производств СХП, а также технологических операций по производству СП; машин и оборудования, образующих СМ предприятия. Для этого необходим контроль и учёт параметров потоков энергии и материалов, как поступающих, так и распределяемых на предприятии между основными и вспомогательными технологическими процессами, вплоть до контроля и учёта энергопотребления и потерь энергии отдельно взятой

энергоустановкой при выполнении заданной технологической операции.

Выводы. Повышение энергоэффективности производства продукции на сельскохозяйственном предприятии и решение основной задачи СХП (получение максимальной прибыли СХП при минимальной энергоёмкости производства СП) достигается при переходе к цифровизации сельскохозяйственного производства и внедрении «умных» производств СП: полей, ферм и т.д.

Для производства СП должны создаваться «умные» сельскохозяйственные предприятия с комплексом взаимосвязанных «умных» полей, ферм и вспомогательных производств, а не с отдельно взятым «умным» полем или «умной» фермой, так как только при взаимосвязи ТПС основных и вспомогательных производств между собой и учёте внешних связей с другими предприятиями обеспечивается снижение материальных, энергетических и трудовых затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

В основу создания «умного» сельскохозяйственного предприятия необходимо положить ИИУС энергообеспечением и энергосбережением, так как при этом определяются не только пути снижения энергоёмкости и повышения энергоэффективности производства СП, но и решается основная задача СХП – получение максимальной прибыли при минимальных затратах энергии, труда и материалов.

Энергоёмкость производства сельскохозяйственной продукции на предприятии может быть снижена как за счёт внедрения и использования ВИЭ и получения энергии из ВЭР, экономии и снижения потребления первичной энергии на всех этапах её производства, передачи и потребления, так и за счёт:

- выбора и применения высокоэффективных технологий с минимальными затратами полезной энергии на производство, переработку, хранение и транспортировку сельскохозяйственной продукции;

- производства высокоурожайных сортов, гибридов сельскохозяйственных культур и высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных и птиц;

- увеличения количества и качества произведённой и реализуемой сельскохозяйственной продукции.

Кроме того, надо помнить, сельскохозяйственные технологии отличаются от промышленных тем, что производимая СП является живой и самовоспроизводится с высоким качеством и экологически чистой с минимальными вещественными и энергетическими затратами, и повышение энергоэффективности производства СП можно достичь при создании оптимальных условий для жизнеде-

тельности биологических объектов и реализации ими заложенного в них генетического потенциала.

Проведённое определение энергоэффективности производства СП в СХП позволяет опреде-

лить величину энергоёмкости производства СП и вести учёт, планирование и прогнозирование планомерного снижения энергоёмкости на предприятиях АПК, и тем самым обеспечивать снижение энергоёмкости ВВП страны.

Список источников

1. Фортов В. Е., Попель О. С. Энергетика в современном мире : монография. М. : Издательский дом «Интеллект», 2011. 167 с. ISBN 978-5-91559-095-2.

2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ (с изменениями на 11 июня 2021 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата обращения: 25.11.2021).

3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р // Прил. к обществ.-дел. журн. «Энергетическая политика». М. : ГУ ИЭС, 2010. 184 с.

4. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики». URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/27565/print> (дата обращения: 25.11.2021).

5. Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации № 2446-р от 27.12.2010, с подпрограммой «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в сельском хозяйстве». URL: <https://rg.ru/documents/2011/01/25/energoberejenie-site-dok.html> (дата обращения: 25.11.2021).

6. Романовская А. А. Доклад «Россия и Парижское соглашение по климату» // Зелёный курс России: перезагрузка экономики : онлайн-конференция (17 ноября 2020 г.). URL: <https://greenpeace.russia.timepad.ru/event/1477228/> (дата обращения: 20.11.2020).

7. Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации». М. : Мин. экономического развития, 2020. 117 с.

8. Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.04.2018 г. № 703-р. URL: https://base.garant.ru/71930276/#block_1000 (дата обращения: 25.11.2021).

9. Загинайлов В. И., Ещин А. В., Стушкина Н. А. Снижение энергоёмкости производства продукции // Сельский механизатор. 2016. № 2. С. 27–28. ISSN 0131-7393.

10. Загинайлов В. И. Электрофизические методы и средства контроля и управления сельскохозяйственными технологиями : дис. ... д-ра техн. наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве / ФГОУ ВПО МГАУ. М., 2007. 294 с.

11. Лачуга Ю. Ф. Особенности автоматизации производства сельскохозяйственной продукции на современном этапе // Автоматизация сельскохозяйственного производства : сб. докладов междунар. науч.-технич. конф. (г. Москва, 29–30 сентября 2004 г.). М. : Изд-во Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2004. С. 3–14.

12. Гордеев А. В., Клещенко А. Д., Черняков Б. А. [и др.] Биоклиматический потенциал России: теория и практика : монография. М. : ООО «Товарищество научных изданий КМК», 2006. 512 с. ISBN 5-87317-304-4.

13. Ладонин В. Ф., Цимбалит Н. И. Методические принципы изучения эффективности комплексного применения удобрений и пестицидов в агрохимических экспериментах // Совершенствование методологии агрохимических исследований : материалы науч. конф. (г. Белгород, 19–21 сентября 1995 г.). М. : МГУ Издательский дом, 1997. С. 187–192.

14. Концепция «Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство». 2018. 50 с. URL: <http://www.viapi.ru/download/2018/.pdf> (дата обращения: 20.01.2022).

15. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 25.11.2021).

16. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 3971-р от 29.12.2021 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйст-

венного комплексов РФ на период до 2030 года». URL: <https://bazanpa.ru/pravitelstvo-rf-rasporiazhenie-n3971-r-ot29122021-h5447066/> (дата обращения: 20.01.2022).

17. Бахтадзе Н. Н., Потоцкий В. А. Современные методы управления производственными процессами // Проблемы управления. 2009. № 3 S1. С. 56–63. ISSN 1819-3161.

18. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 20.11.2020).

19. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 20.12.2021).

20. Постановление Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 18 ноября 2020 года № 493-СФ «О ходе реализации национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <http://council.gov.ru/activity/documents/121565/> (дата обращения: 20.12.2021).

21. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание / А. В. Гордеев, Д. Н. Патрушев, И. В. Лебедев [и др.]. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с. ISBN 978-5-7367-1494-0.

22. Пенкин А. А. Экономика предприятий: методические указания для практических занятий. Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. 63 с.

23. Зотов В. П., Грязнова Н. Л. Формы организации хозяйств в аграрном секторе экономики // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4 (27). С. 185А–190. ISSN 2074-9414.

24. ГОСТ 31607-2012. Межгосударственный стандарт. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. Дата введения 2015-01-01. М. : Стандартиформ, 2019. 19 с.

References

1. Fortov V. E., Popel' O. S. Jenergetika v sovremennom mire : monografija. M. : Izdatel'skij dom «Intellect», 2011. 167 s. ISBN 978-5-91559-095-2.

2. Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii : feder. zakon Rossijskoj Federacii ot 23 nojabrja 2009 g. № 261-FZ (s izmenenijami na 11 ijunja 2021 goda). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата obrashhenija: 25.11.2021).

3. Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporjazheniem Pravitel'stva RF ot 13.11.2009 g. № 1715-r // Pril. k obshhestv.-del. zhurn. «Jenergeticheskaja politika». M. : GU IJeS, 2010. 184 s.

4. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 4 ijunja 2008 g. № 889 «O nekotoryh merah po povysheniju jenergeticheskoj i jekologicheskoi jeffektivnosti rossijskoj jekonomiki». URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/27565/print> (дата obrashhenija: 25.11.2021).

5. Gosudarstvennaja programma «Jenergosberezhenie i povyshenie jenergeticheskoj jeffektivnosti na period do 2020 goda». Utverzhdena rasporjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii № 2446-r ot 27.12.2010, s podprogrammoj «Jenergosberezhenie i povyshenie jenergeticheskoj jeffektivnosti v sel'skom hozjajstve». URL: <https://rg.ru/documents/2011/01/25/energoberezenie-site-dok.html> (дата obrashhenija: 25.11.2021).

6. Romanovskaya A. A. Doklad «Rossija i Parizhskoe soglasenie po klimatu» // Zeljonyj kurs Rossii: perezagruzka jekonomiki : onlajn-konferencija (17 nojabrja 2020 g.). URL: <https://greenpeace.russia.timepad.ru/event/1477228/> (дата obrashhenija: 20.11.2020).

7. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii jenergosberezhenija i povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti v Rossijskoj Federacii». M. : Min. jekonomicheskogo razvitija, 2020. 117 s.

8. Kompleksnyj plan meroprijatij po povysheniju jenergeticheskoj jeffektivnosti jekonomiki Rossijskoj Federacii. Utverzhden rasporjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 19.04.2018 g. № 703-r. URL: https://base.garant.ru/71930276/#block_1000 (дата obrashhenija: 25.11.2021).

9. Zaginajlov V. I., Eshchin A. V., Stushkina N. A. Snizhenie jenergoemkosti proizvodstva produkcii // Sel'skij mehanizator. 2016. № 2. S. 27–28. ISSN 0131-7393.

10. Zaginajlov V. I. Jelektrofizicheskie metody i sredstva kontrolja i upravlenija sel'skohozjajstvennymi tehnologijami : dis. ... d-ra tehn. nauk po special'nosti 05.20.02 – Jelektrotehnologii i jelektrooborudovanie v sel'skom hozjajstve / FGOU VPO MGAU. M., 2007. 294 s.

11. Lachuga Yu. F. Osobennosti avtomatizacii proizvodstva sel'skohozjajstvennoj produkcii na sovremennom jetape // Avtomatizacija sel'skohozjajstvennogo proizvodstva : sb. dokladov mezhdunar. nauch.-tehnic. konf.

(г. Москва, 29–30 сентябрja 2004 г.). М. : Изд-во Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii sel'skogo hozjajstva, 2004. S. 3–14.

12. Gordeev A. V., Kleshchenko A. D., Chernyakov B. A. [i dr.] Bioklimaticheskij potencial Rossii: teorija i praktika : monografija. М. : ООО «Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK», 2006. 512 s. ISBN 5-87317-304-4.

13. Ladonin V. F., Tsimbalist N. I. Metodicheskie principy izuchenija jeffektivnosti kompleksnogo primenenija udobrenij i pesticidov v agrohimicheskikh jeksperimentah // Sovershenstvovanie metodologii agrohimicheskikh issledovanij : materialy nauch. konf. (g. Belgorod, 19–21 sentyabrja 1995 g.). М. : MGU Izdatel'skij dom, 1997. S. 187–192.

14. Koncepcija «Nauchno-tehnologicheskogo razvitija cifrovogo sel'skogo hozjajstva «Cifrovoe sel'skoe hozjajstvo». 2018. 50 s. URL: <http://www.viapi.ru/download/2018/.pdf>. (data obrashhenija: 20.01.2022).

15. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21.07.2020 g. № 474 «O nacional'nyh celjah razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (data obrashhenija: 25.11.2021).

16. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii № 3971-r ot 29.12.2021 g. «Ob utverzhdenii strategicheskogo napravlenija v oblasti cifrovoj transformacii otraslej agropromyshlennogo i rybohozjajstvennogo kompleksov RF na period do 2030 goda». URL: <https://bazanpa.ru/pravitelstvo-rf-rasporiazhenie-n3971-r-ot29122021-h5447066/> (data obrashhenija: 20.01.2022).

17. Bakhtadze N. N., Pototskij V. A. Sovremennye metody upravlenija proizvodstvennymi processami // Problemy upravlenija. 2009. № 3 S1. S. 56–63. ISSN 1819-3161.

18. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.05.2018 g. № 204 «O nacional'nyh celjah i strategicheskikh zadachah razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (data obrashhenija: 20.11.2020).

19. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 10.10.2019 g. № 490 «O razvitii iskusstvennogo intellekta v Rossijskoj Federacii». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (data obrashhenija: 20.12.2021).

20. Postanovlenie Soveta Federacii Federal'nogo Sobranija Rossijskoj Federacii ot 18 nojabrja 2020 goda № 493-SF «O hode realizacii nacional'nogo proekta «Cifrovaja jekonomika Rossijskoj Federacii». URL: <http://council.gov.ru/activity/documents/121565/> (data obrashhenija: 20.12.2021).

21. Vedomstvennyj proekt «Cifrovoe sel'skoe hozjajstvo»: oficial'noe izdanie / A. V. Gordeev, D. N. Patrushev, I. V. Lebedev [i dr.]. М. : FGBNU «Rosinformagroteh», 2019. 48 s. ISBN 978-5-7367-1494-0.

22. Penkin A. A. Jekonomika predpriyatij: metodicheskie ukazanija dlja prakticheskikh zanjatij. Kinel' : RIC SGSHA, 2015. 63 s.

23. Zotov V. P., Gryaznova N. L. Formy organizacii hozjajstv v agrarnom sektore jekonomiki // Tehnika i tehnologija pishhevych proizvodstv. 2012. № 4 (27). S. 185A–190. ISSN 2074-9414.

24. GOST 31607-2012. Mezhhgosudarstvennyj standart. Jenergoberezenie. Normativno-metodicheskoe obespechenie. Osnovnye polozenija. Data vvedenija 2015-01-01. М. : Standartinform, 2019. 19 s.

Сведения об авторах

Владимир Ильич Загинайлов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И. А. Будзко, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 5230-0756.

Наталья Алексеевна Стушкина – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И. А. Будзко, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 4764-1119, natastushkina@gmail.com, ORCID 0000-0001-9615-3340.

Олег Валерьевич Лештаев – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И. А. Будзко, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 1803-2881, oleg-leshtaev@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6066-1087.

Елена Александровна Овсянникова – старший преподаватель кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И. Ф. Бородина, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 8062-2931, energo-ovs@mail.ru, ORCID 0000-0003-1169-7687.

Тимур Азерович Мамедов – советник генерального директора, Общество с ограниченной ответственностью «Объединенная электросетевая компания», mta020593@mail.ru, ORCID 0000-0002-4914-0149.

Information about the authors

Vladimir I. Zaginaylov – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Power Supply and Electrical Engineering named after Academician I. A. Budzko, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, spin-code: 5230-0756.

Natalya A. Stushkina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Power Supply and Electrical Engineering named after Academician I. A. Budzko, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, spin-code: 4764-1119, natastushkina@gmail.com, ORCID 0000-0001-9615-3340.

Oleg V. Leshtaev – Senior Lecturer of the Department of Power Supply and Electrical Engineering named after Academician I. A. Budzko, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, spin-code: 1803-2881, oleg-leshtaev@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6066-1087.

Elena A. Ovsyannikova – Senior Lecturer of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I. F. Borodin, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, spin-code: 8062-2931, energo-ovs@mail.ru, ORCID 0000-0003-1169-7687.

Timur A. Mamedov – Advisor to the General Director, United Electric Grid Company LLC, mta020593@mail.ru, ORCID 0000-0002-4914-0149.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 631.311.86
doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.009

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЁМКОСТИ МАШИН ДЛЯ РАБОТЫ С ТЕПЛИЧНЫМ ГРУНТОМ

Александр Олегович Везилов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия
vezirov2008@mail.ru, ORCID 0000-0001-9117-1267

Реферат. Выращивание растений в теплицах по грунтовой технологии органического земледелия предполагает выполнение работ по приготовлению тепличного грунта, его использованию, а после завершения цикла выращивания – удалению из помещения теплицы. Для выполнения данных работ разработаны новые машины: комбинированный укладчик, погрузчик-смеситель, машина для удаления грунта. Одним из основных показателей эффективности данных машин является энергоёмкость. Цель исследований – установить значения параметров машин, при которых энергоёмкость минимальна. Получены аналитические выражения, описывающие влияние конструктивных и режимных параметров на значение энергоёмкости указанных машин. Установлено, что наибольшее влияние на энергоёмкость комбинированного укладчика оказывают скорость цепи транспортёра, угловая скорость дозирующего барабана, количество скребков транспортёра, количество планок барабана; машины для удаления грунта – высота слоя удаляемого грунта и поступательная скорость машины. Для определения оптимальных значений вышеперечисленных параметров проведена серия двухфакторных экспериментов. Получены уравнения регрессии и соответствующие им трёхмерные поверхности отклика, описывающие характер влияния параметров на энергоёмкость. Установлены оптимальные значения параметров для комбинированного укладчика, при которых энергоёмкость имеет минимальное значение: скорость цепи транспортёра – 0,31–0,34 м/с, количество скребков – 6–7, угловая скорость дозирующего барабана – 6,0–6,5 рад/с, число продольных планок – 7. Рациональные значения поступательной скорости машины для удаления грунта – 0,12–0,17 м/с, угла наклона поверхности ковша – 24–25 градусов при высоте удаляемого слоя грунта – 0,13–0,15 м.

Ключевые слова: теплица, энергоёмкость, удаление тепличного грунта, комбинированный укладчик, машина для удаления и погрузки тепличного грунта

INVESTIGATION OF ENERGY INTENSITY OF MACHINES FOR WORKING WITH GREENHOUSE SOIL

Aleksandr O. Vezirov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named
after N. I. Vavilov, Saratov, Russia
vezirov2008@mail.ru, ORCID 0000-0001-9117-1267

Abstract. Cultivation of plants in greenhouses using the soil technology of organic farming involves the preparation of greenhouse soil, its use, and after the completion of the reproduction cycle – removal from the greenhouse. To perform these works, new machines have been developed: combined stacker, loader mixer, soil removal machine. One of the main indicators of the efficiency of these machines is energy intensity. The goal of researches is to establish the values of the machine parameters at which the energy intensity is minimal. Analytical expressions describing the effect of design and operating parameters on the energy intensity value of these machines are obtained. It was established that the greatest influence on the energy intensity of the combined stacker is exerted by the speed of the conveyor chain, the angular speed of the metering drum, the number of conveyor scrapers, the number of drum plates; soil removal machine – height of removed soil layer and translational speed of the machine. To determine the optimal values of the above parameters, a series of two-factor experiments was carried out. Regression equations and their corresponding three-dimensional response surfaces are obtained describing the nature of the effect of parameters on energy intensity. Optimal values of parameters for the combined stacker have been established, at which the energy intensity has a minimum value: conveyor chain speed – 0.31–0.34 m/s, the number of

scrapers – 6–7, the angular speed of the metering drum – 6.0–6.5 rad/s, the number of longitudinal plates – 7. The rational values of the translational speed of the soil removal machine are 0.12–0.17 m/s, the inclination angle of the bucket surface is 24–25 degrees with the height of the removed soil layer is 0.13–0.15 m.

Keywords: greenhouse, energy intensity, removal of greenhouse soil, combined stacker, machine for removal and loading of greenhouse soil

Введение. Наиболее распространённая технология выращивания растений в теплицах основана на приготовлении специального тепличного грунта [1]. Овощи, получаемые при таком способе производства, обладают более высокими товарно-вкусовыми качествами [2–6], чем при других технологиях выращивания.

Приготовление и использование тепличного грунта является наиболее энергоёмкой и трудозатратной операцией в процессе выращивания растений в защищённом грунте. От правильной и качественной его организации напрямую зависят урожайность выращиваемых культур и себестоимость готовой продукции. Грунт необходимо не только правильно приготовить, но и в процессе эксплуатации производить периодическую полную или частичную (высота сменяемого слоя 0,10–0,15 м) замену слоя грунта на новый. Если замену не производить, то это приведёт к деградации почвенного слоя и снижению урожайности [7; 8].

Ранее рассмотрена технологическая схема приготовления, использования и удаления тепличного грунта [9; 10]. Для данной технологии предложен комплекс машин, состоящий из комбинированного укладчика, погрузчика-смесителя и машины для удаления тепличного грунта [11–14].

Одним из основных качественных показателей эффективности данных машин является энергоёмкость выполнения технологического процесса. На её изменение оказывает влияние большое количество факторов – конструктивные и режимные параметры. Конструктивные факторы отражают конструкцию рабочих органов, режимные характеризуют параметры их движения.

Исследованиями, проведёнными совместно с Д. В. Мухиным и А. В. Левченко, установлены аналитические и экспериментальные зависимости энергоёмкости от выбранных факторов [15–19].

Энергоёмкость является функцией соотношения приводной мощности и производительности. Энергоёмкость технологического процесса при использовании тепличного грунта E (Дж/кг) – это работа, затрачиваемая на производство всех операций, выполняемых машиной, приходящаяся на единицу массы грунта.

Энергоёмкость в общем случае может быть определена по выражению:

$$E = P/Q, \quad (1)$$

где P – суммарная мощность привода, Вт; Q – производительность, кг/с.

Ранее были получены математические модели производительности и мощности для каждой из машин.

Силовой анализ взаимодействия рабочих органов машин с компонентами тепличного грунта позволил получить формулы для определения усилий взаимодействия, мощности и производительности [15]. На основе этих данных получены аналитические выражения для определения энергоёмкости. Подставив предложенные выражения для мощности и производительности в формулу (1) и произведя соответствующие преобразования, получим выражения для энергоёмкости каждого из исследуемых процессов.

Энергоёмкость укладки компонентов тепличного грунта комбинированным укладчиком E_y (Дж/кг):

$$\begin{aligned} E_y = & \{ \{ K_{c\delta} l_{ck} b_{ck} \tau_{c\delta} + g \rho_{km} l_{ck} b_{ck} h_{ck} f_{6n} + \\ & + g \rho_{km} l_{ck} b_{ck} h_{kn} f_u + m_{ck} \frac{v_c}{t} \frac{l_{mp}}{l_{ck}} + \sigma_k b_{ck} h_{ok} \} v_c + \\ & + z_{n1} D_{n1} \omega_{\delta 1} (m_1 \frac{\omega_{\delta 1} R_{\delta 1}}{t} + f_{6n1} m_{k\delta 1} g - \\ & - m_1 g \cos \beta) + z_{n2} D_{n2} \omega_{\delta 2} (m_2 \frac{\omega_{\delta 2} R_{\delta 2}}{t} + \\ & + f_{6n2} m_{k\delta 2} g - m_2 g \cos \beta) \} / \{ K_3 b_{ck} h_{ck} \rho_k v_c + \\ & + \rho_{k1} K_{31} \pi \left(\frac{\alpha_{n1}}{2\pi} \right) \frac{D_{n1}^2 - D_{\delta 1}^2}{4} B_{n1} z_{n1} n_{k1} + \\ & + B_{n2} z_{n2} n_{k2} \} \end{aligned} \quad (2)$$

где b_{ck} – ширина скребка транспортёра, м; h_{ck} – высота скребка транспортёра, м; ρ_{kt} – плотность перемещаемого компонента транспортёром, кг/м³; v_c – скорость скребков транспортёра, м/с; K_3 – коэффициент заполнения межскребкового пространства; ρ_k – средняя плотность компонента в бункере дозирующего барабана, кг/м³; K_3 – коэффициенты заполнения пространства между планками барабана; α_n – центральный угол между планками барабана, град.; D_b – диаметр дозирующих барабанов по образующей цилиндра, м; D_n – диаметр дозирующих барабанов по наружным кромкам продольных планок, м; ω_δ – угловая скорость дозирующего барабана, рад/с; α_n – угол между лопатками, град.; B_n – ширина продольной планки барабана, м; z_n – число продольных планок на барабане, ед.; n_k – частота вращения дозирующего барабана, с⁻¹; τ_{cd} – предельное напряжение

сдвига материала компонента в цепном транспортёре, Па; K_{cd} – коэффициент увеличения площади сдвига, учитывающий отклонение реальной формы поверхности сдвига от теоретической для цепного транспортёра; $h_{кп}$ – полная высота слоя компонента в переднем бункере, м; $f_{н}$ – коэффициент трения компонента по поверхности настила переднего бункера; $f_{вн}$ – коэффициент внутреннего трения компонента в первом бункере; $h_{к}$ – высота слоя компонента в переднем бункере, м; $\sigma_{к}$ – напряжение крошения компонента, Па; $h_{ок}$ – высота отделённого слоя компонента перед заслонкой в первом бункере, м; $m_{ск}$ – масса отделённого компонента скребком цепного транспортёра, кг; m – масса отделённого компонента планкой дозирующего барабана, кг; $m_{кб}$ – масса основного компонента в среднем и заднем бункерах, кг.

Индекс «1» относится к первому дозирующему барабану, индекс «2» – ко второму.

Энергоёмкость процесса удаления слоя тепличного грунта предлагаемой машиной $E_{уд}$ (Дж/кг):

$$E_{уд} = \left[P_0 + \left\{ \tau_p \cdot B \cdot \delta + 2 \cdot \sigma_d \cdot b \cdot h + \frac{\rho(B \cdot h \cdot v^2 + b_k \cdot h_k \cdot v \cdot t \cdot g \cdot f_k)}{\cos \gamma} + 2 \cdot \tau_0 \cdot l_{бпо} \cdot s + \frac{2 \cdot \rho \cdot b \cdot h_0 \cdot v_0 \cdot g \cdot f_0 \cdot \cos \theta}{\cos \gamma} \right\} \cdot v + \left(\rho \cdot B \cdot h \cdot v \cdot t \cdot g + \frac{\rho(B \cdot h \cdot v^2 + b_k \cdot h_k \cdot v \cdot t \cdot g \cdot f_k)}{\sin \gamma} + \frac{2 \cdot \rho \cdot b \cdot h_0 \cdot v_0 \cdot g \cdot f_0 \cdot \sin \theta}{\sin \gamma} \right) \cdot v \cdot \sin \gamma \right] / \rho \cdot B \cdot h \cdot v \cdot \left[1 - \left(\sin^2 \gamma - \left(1 - \frac{b_k}{B} \right) \cdot \frac{l_{от}}{l_{бпо}} \right) \right], \quad (3)$$

где P_0 – мощность, требуемая для перемещения самой машины в процессе работы, Вт; τ_p – напряжение резания почвы, Н/м; B – ширина захвата ковша (ширина режущей кромки), м; δ – толщина режущей кромки отвала, м; σ_d – напряжение разрыва пласта грунта, Н/м²; b – ширина пласта грунта, м; h – высота слоя грунта, м; ρ – плотность убираемого грунта, кг/м³; v – поступательная рабочая скорость машины, м/с; b_k – ширина боковой поверхности отвала, м; h – высота слоя грунта на ковше, м; f_k – коэффициент трения грунта о поверхность ковша; τ_0 – напряжение сдвига частей грунта на отвале, Н/м²; s – высота слоя грунта на отвале, м; h_0 – высота слоя грунта на отвале, м; v_0 – скорость движения грунта на отвале, м/с; f_0 – коэффициент трения грунта по поверхности отвала; γ – угол наклона поверхности ковша, град.; θ – средний угол поверхности отвала, град.; $l_{от}$ – длина боковой поверхности отвала, м; $l_{бпо}$ – длина проекции боковой поверхности отвала (измеряется по направлению движения грунта), м.

Таким образом, получены аналитические выражения для определения энергоёмкости. Установлено, что наибольшее влияние на производительность комбинированного укладчика оказывают скорость цепи транспортёра, угловая скорость дозирующего барабана, количество скребков транспортёра, количество планок барабана; машины для удаления грунта – высота слоя удаляемого грунта и поступательная скорость машины. Но, так как энергоёмкость есть функция от мощности и производительности, поэтому в экспериментальной части исследования также будем рассматривать влияние вышеперечисленных параметров машин, отобранных в качестве факторов на критерий оптимизации – энергоёмкость.

Материалы и методы. Для целей эксперимента изготовлены опытные образцы комбинированного укладчика и машины для удаления грунта. Исследования проходили в производственных условиях на базе тепличного комбината АО «Весна» Саратовской области. Методика включала серию двухфакторных экспериментов для каждой из машин [20–23]. Конструктивные параметры комбинированного укладчика (число скребков и планок) изменялись установкой их необходимого количества на рабочие органы, скорость цепи транспортёра и частота вращения барабанов изменялась сменой звёздочек на ведущих валах. Угол наклона поверхности ковша машины для удаления грунта изменялся сменой и установкой рабочих поверхностей под разными углами, а поступательная скорость задавалась переключением передач на агрегируемом средстве. Производительность измеряли путём взвешивания массы грунта, отгруженной рабочими органами каждой машины в единицу времени. Для измерения мощности, затрачиваемой на привод рабочих органов машин и силовых характеристик, использовали тензометрические датчики и измерительный комплекс МИГ-018 [24; 25]. Полученные данные для производительности и мощности позволили получить значения энергоёмкости.

Данные обрабатывались по методу регрессионного анализа с использованием программного пакета для статистического анализа «Statistica» на ЭВМ с дальнейшим построением трёхмерных графических зависимостей и уравнений [26; 27]. Используя критерий Фишера, проверяли адекватность описания уравнением регрессии данных эксперимента.

Результаты и обсуждения. По итогам обработки экспериментальных данных получена графическая зависимость (рис. 1) и соответствующее ей уравнение регрессии (4), описывающие влияние факторов – угловой скорости (ω , рад/с) и числа планок (z_n , ед.) дозирующего барабана на энергоёмкость комбинированного укладчика (E , Дж/кг) [15–17].

$$E = 2,3 + 0,3 \cdot \omega - 0,652 \cdot N - 0,0001562 \cdot \omega^2 - 0,006 \cdot N \cdot \omega + 0,035 \cdot N^2. \quad (4)$$

При выбранных режимах работы на изменение значения энергоёмкости влияет производительность и необходимая приводная мощность на валу барабана. Соответственно, высокое значение

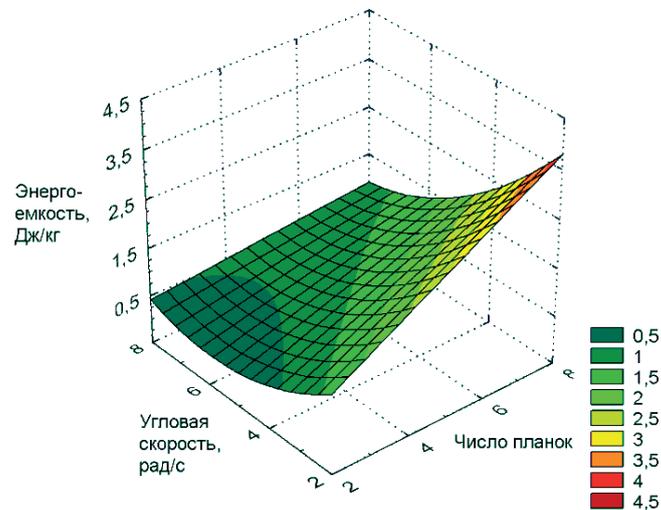


Рисунок 1 – Графическая зависимость энергоёмкости комбинированного укладчика от значений угловой скорости (ω , рад/с) и числа планок (z_n , ед.) дозирующих барабанов

мощности увеличивает затраты энергии, что ведёт к увеличению энергоёмкости. Из графика видно, что угловая скорость оказывает меньшее влияние на изменение энергоёмкости, в то же время при увеличении количества планок значение энергоёмкости уменьшается, достигая минимума при шести планках, и далее опять возрастает.

В результате обработки данных получено уравнение регрессии (5) и построена графическая зависимость (рис. 2) энергоёмкости комбинированного укладчика от количества скребков (N_c , ед.) и скорости цепи (V_c , м/с):

$$E = 369,898 - 659,24 \cdot V_c - 23,045 \cdot N_c + 1328,423 \cdot V_c^2 - 4,873 V_c \cdot N_c + 2,134 \cdot N_c^2. \quad (5)$$

Анализ графической зависимости показывает чётко выраженную область оптимума, соответствующую 5–7 скребкам и скорости цепи 0,31–0,34 м/с. Отклонение от этих параметров ведёт к увеличению энергоёмкости, например, при количестве скребков, равном 6 при скорости 0,2 м/с энергоёмкость составляет 218 Дж/кг, а при скорости 0,12 м/с – 234 Дж/кг, дальнейшее увеличение

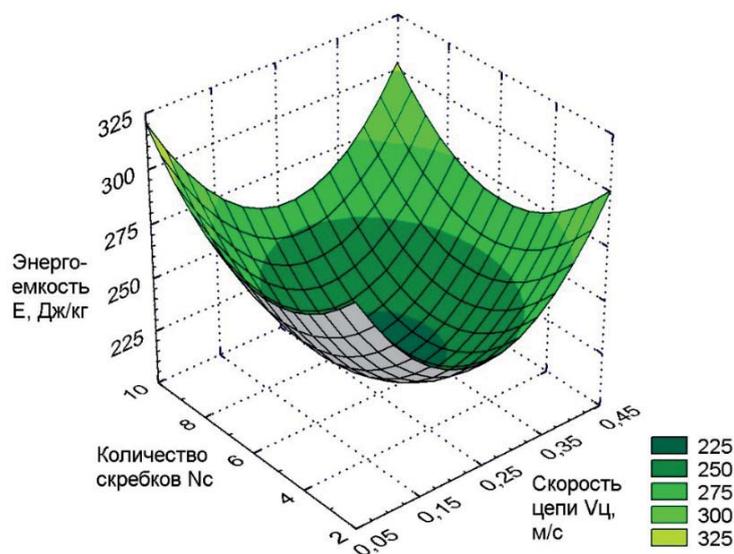


Рисунок 2 – Графическая зависимость энергоёмкости комбинированного укладчика от скорости цепи (V_c , м/с) и количества скребков (N_c , ед.) цепного транспортёра

скорости до 0,32 м/с приводит уже к уменьшению энергоёмкости до 190 Дж/кг.

Наибольшее влияние на энергоёмкость оказывает скорость цепи со скребками, так как определённым её значениям соответствует максимальная производительность погрузки при относительно небольших значениях мощности для привода цепного транспортёра.

Следующим двухфакторным экспериментом исследовалось влияние высоты слоя почвы (h, мм) и поступательной скорости машины для удаления грунта (v, м/с) на энергоёмкость [18; 19]. Уравне-

ние регрессии (6) и соответствующая двумерная графическая зависимость (рис. 3) позволяют сделать вывод, что существует область оптимальных значений, при которых энергоёмкость принимает минимальные значения.

$$E = 1648,127 - 2786,11 \cdot v - 14,116 \cdot h + 8923,61 \cdot v^2 + 2,625 \cdot v \cdot h + 0,051 \cdot h^2. \quad (6)$$

Математическое решение уравнения регрессии позволяет определить область оптимальных значений: поступательная скорость машины –

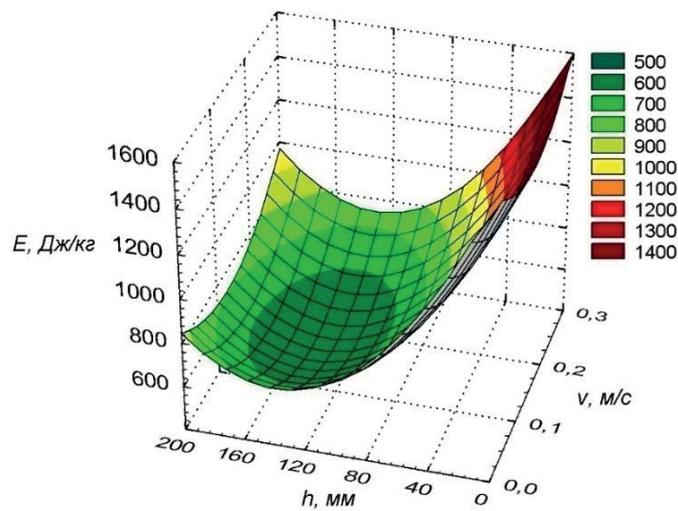


Рисунок 3 – Графическая зависимость энергоёмкости машины для удаления грунта от высоты слоя почвы (h, мм) и поступательной скорости машины (v, м/с)

0,14–0,16 м/с, высота удаляемого слоя грунта – 0,13–0,15 м (соответствует высоте нормы по удалению санитарного слоя грунта в теплицах).

По результатам второго двухфакторного эксперимента с машиной для удаления грунта полу-

чено уравнение регрессии (7) и соответствующая графическая зависимость (рис. 4), описывающая влияние на энергоёмкость процесса удаления поступательной скорости (v, м/с) и угла наклона поверхности (γ, град.).

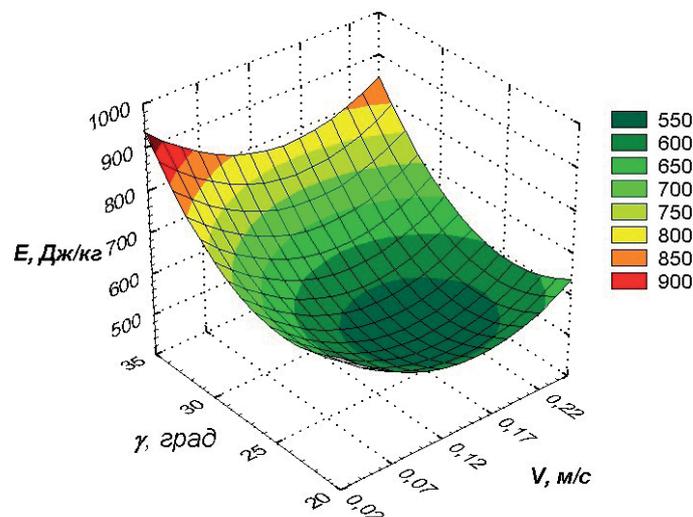


Рисунок 4 – Графическая зависимость энергоёмкости машины для удаления грунта от поступательной скорости машины (v, м/с) и угла наклона поверхности ковша (γ, град.)

$$E = 2107,39 - 2563,416 \cdot v - 114,021 \cdot \gamma + 8489,583 \cdot v^2 - 3,3 \cdot v \cdot \gamma + 2,342 \cdot \gamma^2. (7)$$

Анализ поверхности (рис. 4) показывает наличие области оптимальных значений, а математическое решение уравнения (7) позволяет определить этот диапазон параметров, при которых энергоёмкость минимальна. Отклонение параметров от указанного диапазона ведёт к росту энергоёмкости. Для поступательной скорости значения, при которых энергоёмкость процесса минимальна, составляют 0,12–0,17 м/с. Оптимальный угол наклона поверхности ковша составляет 24–25 градусов.

Энергоёмкость показывает затраты энергии на единицу массы отделённого и погруженного тепличного грунта, являясь функцией производительности и приводной мощности. Увеличение мощности при одной и той же производительности приводит к росту энергоёмкости. Увеличение производительности при одной и той же мощности приводит к снижению энергоёмкости. Поэтому при меньших значениях поступательной скорости производительность машины значительно уменьшается, однако мощность не изменяется или снижается

незначительно, что приводит к росту энергоёмкости. С другой стороны, при скорости выше оптимального диапазона рост мощности для выполнения рабочего процесса идёт интенсивнее, чем рост производительности, что ведёт к увеличению энергоёмкости.

Выводы. Представленный анализ результатов эксперимента позволил установить рациональные значения параметров рабочих органов машин, входящих в технологическую схему подготовки и использования тепличного грунта.

Минимальная энергоёмкость комбинированного укладчика достигается при скорости цепи транспортёра 0,31–0,34 м/с и количестве скребков 6–7; при угловой скорости дозирующего барабана – 6,0–6,5 рад/с и числе продольных планок – 7.

Рациональные по энергоёмкости значения поступательной скорости машины для удаления слоя тепличного грунта и угла наклона поверхности ковша составляют, соответственно, 0,12–0,17 м/с и 24–25 градусов при высоте удаляемого слоя грунта 0,13–0,15 м.

Увеличение или уменьшение от указанных значений параметров приводит к повышению энергоёмкости процессов приготовления грунта и снижает общую эффективность машин.

Список источников

1. Tuzel Y., Leonardi C. Protected cultivation in Mediterranean region: trends and needs // Journal of Agriculture Faculty of Ege University. 2009. Vol. 46, № 3. P. 215–223. ISSN 1018-8851.
2. Козловская И. П. Развитие растений томата на органических субстратах при малообъемном способе выращивания в зимних теплицах // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрная наука. 2002. № 3. С. 49–52. ISSN 1817-7204.
3. Аутко А. А., Рупасова Ж. А., Игнатенко В. А. [и др.] Влияние типа субстрата на содержание полисахаридов и фенольных соединений в томатах в условиях защищенного грунта // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрная наука. 2004. № 3. С. 62–64. ISSN 1817-7204.
4. Аутко А. А., Рупасова Ж. А., Игнатенко В. А. [и др.] Влияние погодных условий и типа субстрата на биологический состав томатов в тепличных хозяйствах Беларуси // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрная наука. 2003. № 3. С. 49–56. ISSN 1817-7204.
5. Комфортный субстрат // Вестник овощевода. 2016. № 2. С. 14–15. ISSN 2073-5898.
6. Almeida R. F., Queiroz I. D. S., Mikhael J. E. R. [et al.] Enriched animal manure as a source of phosphorus in sustainable agriculture // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2019. № 8 (Suppl 1). P. 203–210. ISSN 2195-3228.
7. Liang Y., Lin X., Yamada S. [et al.] Soil degradation and prevention in greenhouse production // Springer Plus. 2013. № 2 (Suppl 1). P. 1–10. doi: 10.1186/2193-1801-2-S1-S10.
8. Mupambwa H. A., Mkeni P. N. S. Optimizing the vermicomposting of organic wastes amended with inorganic materials for production of nutrient-rich organic fertilizers: a review // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25, № 11. P. 10577–10595.
9. Pavlov P. I., Demin E. E., Khakimzyanov R. R. [et al.] Mechanization of soil preparation for greenhouses // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9, № 3. P. 1023–1030. ISSN 0976-6340.
10. Павлов П. И., Везилов А. О., Ракутина А. В. [и др.] Комплекс машин для работы с почвой в тепличном производстве // Аграрный научный журнал. 2016. № 7. С. 51–53. ISSN 2313-8432.
11. Пат. 211840 Российская Федерация, МПК А01С 3/00 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01). Комбинированный укладчик почвенных компонентов / Павлов П. И., Везилов А. О. ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Сара-

товский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». № 2021128154 ; заявл. 27.09.2021 ; опубл. 24.06.2022, Бюл. № 18. 4 с.

12. Пат. 119337 Российская Федерация, МПК В65G 65/22 (2006.01), А01С 3/04 (2006.01). Погрузчик-смеситель органоминерального компоста / Везилов А. О., Дзюбан И. Л., Павлов П. И. ; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». № 2012114293/11 ; заявл. 11.04.2012 ; опубл. 20.08.2012, Бюл. № 23. 4 с.

13. Пат. 117906 Российская Федерация, МПК В65G 67/24 (2006.01), В65G 65/22 (2006.01). Рабочий орган погрузчика-смесителя / Павлов П. И., Левченко Г. В., Везилов А. О., Дзюбан И. Л. ; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». № 2012108283/11 ; заявл. 05.03.2012 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. 3 с.

14. Пат. 2621041 Российская Федерация, МПК В62D 63/00 (2006.01), В65G 67/00 (2006.01), E02F 3/60 (2006.01), А01D 93/00 (2009.01). Прицепная машина для удаления и погрузки почвы в теплицах / Павлов П. И., Везилов А. О., Левченко Г. В., Ракутина А. В. ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». № 2016100090 ; заявл. 11.01.2016 ; опубл. 31.05.2017, Бюл. № 16. 4 с.

15. Павлов П. И., Везилов А. О., Мухин Д. В. Оптимизация конструктивных и режимных параметров комбинированного укладчика почвенных компонентов // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 115–119. ISSN 2313-8432.

16. Павлов П. И., Везилов А. О., Мухин Д. В. Исследование энергоёмкости дозирующего барабана комбинированного укладчика // Естественные и технические науки. 2019. № 7 (133). С. 202–205. ISSN 1684-2626.

17. Павлов П. И., Везилов А. О., Мухин Д. В. Энергоёмкость укладки почвенных компонентов комбинированным укладчиком для теплиц // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 3 (36). С. 63–67. ISSN 2658-4859.

18. Везилов А. О., Павлов П. И., Левченко А. В. [и др.] Результаты экспериментальных исследований процесса удаления и погрузки почвы в теплицах // Нива Поволжья. 2020. № 3 (56). С. 135–141. ISSN 1998-6092.

19. Везилов А. О. Влияние конструктивных и режимных параметров на качественные характеристики машины для удаления и погрузки тепличного грунта // Естественные и технические науки. 2022. № 2 (165). С. 263–265. ISSN 1684-2626.

20. 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.

21. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1988. 239 с.

22. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рошин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Колос : Ленингр. отд-ние, 1980. 168 с.

23. Радченко Г. Е. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий протекания процесса. Горки : Белорусская СХА, 1978. 70 с.

24. Лысыч М. Н., Дочкин А. А. Тензометрические установки для изучения силовых параметров рабочих органов почвообрабатывающих орудий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 2-1 (7-1). С. 438–443. ISSN 2308-8877.

25. Лысыч М. Н., Шабанов М. Л., Мирзеханов Р. В. Изучение силовых параметров рабочих органов почвообрабатывающих орудий с использованием тензометрических установок // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 2-2 (7-2). С. 229–234. ISSN 2308-8877.

26. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Статистический анализ данных на компьютере / под ред. В. Э. Фигурнова. М. : ИНФРА-М, 1998. 528 с. ISBN 5-86225-662-8.

27. Халафян А. А., Боровиков В. П., Калайдина Г. В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных. Основы теории и практика на компьютере. Statistica. Excel. Более 150 примеров решения задач. М. : Ленанд, 2017. 320 с. ISBN 978-5-9710-3040-9.

References

1. Tuzel Y., Leonardi C. Protected cultivation in Mediterranean region: trends and needs // Journal of Agriculture Faculty of Ege University. 2009. Vol. 46, № 3. P. 215–223. ISSN 1018-8851.

2. Kozlovskaya I. P. Razvitie rastenij tomata na organicheskikh substratah pri maloobemnom sposobe vyrashivaniya v zimnih teplicah // Izvestija Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Serija agrarnaja nauka. 2002. № 3. S. 49–52. ISSN 1817-7204.

3. Autko A. A., Rupasova Zh. A., Ignatenko V. A. [i dr.] Vlijanie tipa substrata na sodержanie polisaharidov i fenol'nyh soedinenij v tomatah v uslovijah zashhishhennogo grunta // Izvestija Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Serija agrarnaja nauka. 2004. № 3. S. 62–64. ISSN 1817-7204.
4. Autko A. A., Rupasova Zh. A., Ignatenko V. A. [i dr.] Vlijanie pogodnyh uslovij i tipa substrata na biologicheskij sostav tomatov v teplichnyh hozjajstvah Belarusi // Izvestija Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Serija agrarnaja nauka. 2003. № 3. S. 49–56. ISSN 1817-7204.
5. Komfortnyj substrat // Vestnik ovoshhevoda. 2016. № 2. S. 14–15. ISSN 2073-5898.
6. Almeida R. F., Queiroz I. D. S., Mikhael J. E. R. [et al.] Enriched animal manure as a source of phosphorus in sustainable agriculture // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2019. № 8 (Suppl 1). P. 203–210. ISSN 2195-3228.
7. Liang Y., Lin X., Yamada S. [et al.] Soil degradation and prevention in greenhouse production // Springer Plus. 2013. № 2 (Suppl 1). P. 1–10. doi: 10.1186/2193-1801-2-S1-S10.
8. Mupambwa H. A., Mnkeni P. N. S. Optimizing the vermicomposting of organic wastes amended with inorganic materials for production of nutrient-rich organic fertilizers: a review // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25, № 11. P. 10577–10595.
9. Pavlov P. I., Demin E. E., Khakimzyanov R. R. [et al.] Mechanization of soil preparation for greenhouses // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9, № 3. P. 1023–1030. ISSN 0976-6340.
10. Pavlov P. I., Vezirov A. O., Rakutina A. V. [i dr.] Kompleks mashin dlja raboty s pochvoj v teplichnom proizvodstve // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2016. № 7. S. 51–53. ISSN 2313-8432.
11. Pat. 211840 Rossijskaja Federacija, MPK A01C 3/00 (2006.01), A01B 49/06 (2006.01). Kombinirovannyj ukkladchik pochvennyh komponentov / Pavlov P. I., Vezirov A. O. ; patentoobladatel' FGBOU VO «Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. I. Vavilova». № 2021128154 ; zajavl. 27.09.2021 ; opubl. 24.06.2022, Bjul. № 18. 4 s.
12. Pat. 119337 Rossijskaja Federacija, MPK B65G 65/22 (2006.01), A01C 3/04 (2006.01). Pogruzchik-smesitel' organomineral'nogo komposta / Vezirov A. O., Dzyuban I. L., Pavlov P. I. ; patentoobladatel' FGBOU VPO «Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. I. Vavilova». № 2012114293/11 ; zajavl. 11.04.2012 ; opubl. 20.08.2012, Bjul. № 23. 4 s.
13. Pat. 117906 Rossijskaja Federacija, MPK B65G 67/24 (2006.01), B65G 65/22 (2006.01). Rabochij organ pogruzchika-smesitelja / Pavlov P. I., Levchenko G. V., Vezirov A. O., Dzyuban I. L. ; patentoobladatel' FGBOU VPO «Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. I. Vavilova». № 2012108283/11 ; zajavl. 05.03.2012 ; opubl. 10.07.2012, Bjul. № 19. 3 s.
14. Pat. 2621041 Rossijskaja Federacija, MPK B62D 63/00 (2006.01), B65G 67/00 (2006.01), E02F 3/60 (2006.01), A01D 93/00 (2009.01). Pricepnaja mashina dlja udalenija i pogruzki pochvy v teplicah / Pavlov P. I., Vezirov A. O., Levchenko G. V., Rakutina A. V. ; patentoobladatel' FGBOU VO «Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N. I. Vavilova». № 2016100090 ; zajavl. 11.01.2016 ; opubl. 31.05.2017, Bjul. № 16. 4 s.
15. Pavlov P. I., Vezirov A. O., Mukhin D. V. Optimizacija konstruktivnyh i rezhimnyh parametrov kombinirovannogo ukkladchika pochvennyh komponentov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 10. S. 115–119. ISSN 2313-8432.
16. Pavlov P. I., Vezirov A. O., Mukhin D. V. Issledovanie jenergoemkosti dozirujushhego barabana kombinirovannogo ukkladchika // Estestvennye i tehničeskie nauki. 2019. № 7 (133). S. 202–205. ISSN 1684-2626.
17. Pavlov P. I., Vezirov A. O., Mukhin D. V. Jenergoemkost' ukkladki pochvennyh komponentov kombinirovannym ukkladchikom dlja teplic // Jeletrotehnologii i jelektrooborudovanie v APK. 2019. № 3 (36). S. 63–67. ISSN 2658-4859.
18. Vezirov A. O., Pavlov P. I., Levchenko A. V. [i dr.] Rezul'taty jeksperimental'nyh issledovanij processa udalenija i pogruzki pochvy v teplicah // Niva Povolzh'ja. 2020. № 3 (56). S. 135–141. ISSN 1998-6092.
19. Vezirov A. O. Vlijanie konstruktivnyh i rezhimnyh parametrov na kachestvennye harakteristiki mashiny dlja udalenija i pogruzki teplichnogo grunta // Estestvennye i tehničeskie nauki. 2022. № 2 (165). S. 263–265. ISSN 1684-2626.
20. Adler Yu. P., Markova E. V., Granovskij Yu. V. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij : monografija. 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Nauka, 1976. 280 s.
21. L'vovskij E. N. Statisticheskie metody postroenija jempiricheskikh formul. 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Vysshaja shkola, 1988. 239 s.
22. Mel'nikov S. V., Aleshkin V. R., Roshchin P. M. Planirovanie jeksperimenta v issledovanijah sel'skohozjajstvennyh processov. 2-e izd., pererab. i dop. L. : Kolos : Leningr. otd-nie, 1980. 168 s.

23. Radchenko G. E. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij protekanija processa. Gorki : Belorusskaja SHA, 1978. 70 s.

24. Lysych M. N., Dochkin A. A. Tenzometricheskie ustanovki dlja izuchenija silovyh parametrov rabochih organov pochvoobrabatyvajushhijh orudij // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. 2014. T. 2, № 2-1 (7-1). S. 438–443. ISSN 2308-8877.

25. Lysych M. N., Shabanov M. L., Mirzekhanov R. V. Izuchenie silovyh parametrov rabochih organov pochvoobrabatyvajushhijh orudij s ispol'zovaniem tenzometricheskih ustanovok // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. 2014. T. 2, № 2-2 (7-2). S. 229–234. ISSN 2308-8877.

26. Tyurin Yu. N., Makarov A. A. Statisticheskij analiz dannyh na komp'jutere / pod red. V. Eh. Figurnova. M. : INFRA-M, 1998. 528 s. ISBN 5-86225-662-8.

27. Khalafyan A. A., Borovikov V. P., Kalajdina G. V. Teorija verojatnostej, matematicheskaja statistika i analiz dannyh. Osnovy teorii i praktika na komp'jutere. Statistica. Excel. Bolee 150 primerov reshenija zadach. M. : Lenand, 2017. 320 s. ISBN 978-5-9710-3040-9.

Сведения об авторе

Везилов Александр Олегович – кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова», spin-код: 2267-1816.

Information about the author

Aleksandr O. Vezirov – Candidate of Technical Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov", spin-code: 2267-1816.

Официальный сайт ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА:

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 664.788 / 664.668.9
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.010

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПШЕНИЧНО-ТРИТИКАЛЕВОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В СООТНОШЕНИИ 50/50% НА ВЫХОД ЦЕЛОЙ ПШЕНИЧНО-ТРИТИКАЛЕВОЙ КРУПЫ

Роман Хажсетович Кандроков¹, Патимат Асадулламагомедовна Бекшокова², Юлия Сергеевна Ерина³

^{1,3}Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

²Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

¹Nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918

²patenka2009@mail.ru

³July.erina2016@yandex.ru

Реферат. Разработка технологий получения новых продуктов питания на возобновляемой зерновой основе является одной из приоритетных задач продовольственной доктрины Российской Федерации. Разработана технология получения целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси в результате трёхэтапного абразивного шелушения. Приведены результаты исследований влияния исходной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы. Установлено, что наибольший выход целой пшенично-тритикалевой крупы в количестве 62,6% получается при минимальной начальной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси равной 11,0%. При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 20,8% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения – 11,3% оболочек. Выявлено, что наименьший выход целой пшенично-тритикалевой крупы в количестве 59,2% получается при минимальной начальной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси равной 14,3%. При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 22,5% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения удалили 12,4% оболочек.

Ключевые слова: пшенично-тритикалевая смесь, влажность, шелушение, выход, целая крупа

INFLUENCE OF INITIAL MOISTURE CONTENT OF WHEAT-TRITICALE GRAIN MIXTURE IN THE RATIO 50/50% ON YIELD OF WHOLE WHEAT-TRITICALE GROATS

Roman Kh. Kandrov¹, Patimat A. Bekshokova², Yuliya S. Erina³

^{1,3}Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

²Dagestan State University, Makhachkala, Russia

¹Nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918

²patenka2009@mail.ru

³July.erina2016@yandex.ru

Abstract. The development of technologies for obtaining new food products on a renewable grain basis is one of the priority tasks of the food doctrine of the Russian Federation. A technology has been developed for producing whole wheat-triticale groats from wheat-triticale grain mixture as a result of three-stage abrasive peeling. The research results of influence of initial moisture content of wheat-triticale grain mixture in ratio 50/50% on yield of whole wheat-triticale groats are given. It was found that the highest yield of whole wheat-triticale groats in the amount of 62.6% is obtained at minimum initial moisture content of wheat-triticale cereal mixture equal to 11.0%. At the same time, at the first stage of abrasive peeling of wheat-triticale grain mixture 20.8% of shells were removed during 90 seconds, at the second stage of abrasive peeling – 11.3% of shells. It was revealed that the lowest yield of whole wheat-triticale groats in the amount of 59.2% is obtained with

Влияние исходной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы

minimum initial moisture content of wheat-triticale cereal mixture equal to 14.3%. At the first stage of abrasive peeling of wheat-triticale grain mixture 22.5% of shells were removed during 90 seconds, at the second stage of abrasive peeling 12.4% of shells were removed.

Keywords: wheat-triticale mixture, moisture, peeling, yield, whole groats

Введение. Пищевую и питательную ценность в зерновках пшеницы и тритикале представляет крахмалистый эндосперм. Он окружён клетками алейронового слоя неправильной формы и различной толщины, состоящими преимущественно из целлюлозы. Далее к периферии идут семенная и сморщенная чешуйчатая плодовая оболочка. Для получения пшенично-тритикалевой крупы все наружные слои, окружающие эндосперм, необходимо удалить. Кроме того, у пшеницы и тритикале семенная оболочка глубоко входит в полость зерновки в виде бороздки [1–6].

Рассматривается один вид крупы в виде целой из пшенично-тритикалевой зерновой смеси. Технология выработки целой крупы предусматривает снятие грубых плодовых и семенных оболочек с эндосперма с минимальным дроблением ядра. Поверхность целой крупы должна быть однотонной, светлой и гладкой. В массе своей целая крупа должна быть выровнена по размеру, цвету и степени обработки. Оболочки и алейроновый слой, окружающие эндосперм, обычно удаляют шелушением зерна и более тонким шлифованием.

Дроблёную крупу вырабатывают измельчением целого ядра с последующим сортированием по крупности. Поверхность дроблёной крупы должна быть освобождена от наружных, грубых оболочек и однородна по цвету и состоянию поверхности, масса дроблёной крупы должна быть выровненной по размеру [7].

Отечественными учёными была разработана технология получения крупы из зерна тритикале. Установлено, что влажность и крупность непосредственно оказывают влияние на выход готовой продукции, также определена технологическая влажность зерна равная 15%, которая позволила достичь выхода тритикалевой крупы до 55% [3].

Получение низкокалорийных и богатых полезными веществами круп из пророщенного зерна пшеницы, ржи и ячменя целесообразно и возможно. Химические свойства этой крупы позволяют усваиваться данному продукту быстрее и эффективнее [8–13].

Анализируя литературные данные, важно отметить, что практически не изучен вопрос производства крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси, отсутствует разработанная технология её производства, а также нормативно-техническая документация и методы оценки качества готовой продукции в виде целой пшенично-тритикалевой крупы.

Целью исследований является определение влияния исходной начальной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы.

Методика исследований. В исследованиях, проведённых на кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», изучили влияние исходной начальной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы. Шелушение различных образцов пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 50/50% проводили на лабораторном шелушителе фирмы «Сатаке» (Япония). Абразивное шелушение для всех представленных образцов пшенично-тритикалевой зерновой смеси проводили в 3 этапа в течение 240 секунд (90, 90 и 60 секунд соответственно) и в пяти повторностях с определением среднего значения.

Результаты. В таблице 1 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 11,0%.

Как видно из таблицы 1, в результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 11,0% составил 62,6%. При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 20,8% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения – 11,3% оболочек, алейронового слоя и эндосперма в течение 90 секунд и на третьем этапе абразивного шелушения – 5,4% эндосперма в течение 60 секунд.

В таблице 2 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 11,7%.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что в результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 11,7% составил 61,2%. При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 21,6% оболочек (90 секунд), на втором этапе абразивного шелушения – 11,9% оболочек, алей-

Таблица 1 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 11,0%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	160,0	40,0	80,0	20,0
	90	136,8	23,2	68,4	11,6
	60	126,1	10,7	63,0	5,4
2	90	158,7	41,3	79,4	20,7
	90	136,9	21,8	68,5	10,9
	60	125,3	11,6	62,7	5,8
3	90	158,9	41,1	79,5	20,6
	90	134,8	24,1	67,4	12,1
	60	124,5	10,3	62,3	5,2
4	90	159,6	40,4	79,8	20,2
	90	136,5	23,1	68,3	11,6
	60	126,8	9,7	63,4	4,9
5	90	155,4	44,6	77,7	22,3
	90	134,6	20,8	67,3	10,4
	60	123,6	11,0	61,8	5,5

Таблица 2 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 11,7%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	154,7	45,3	77,4	22,7
	90	134,9	19,8	68,0	9,9
	60	123,3	11,6	61,7	5,8
2	90	157,1	42,9	78,6	21,5
	90	133,0	24,1	66,5	12,1
	60	122,8	10,2	61,4	5,1
3	90	157,8	42,2	78,9	21,1
	90	132,9	24,9	66,5	12,5
	60	123,2	9,7	61,6	4,9
4	90	158,3	41,7	79,2	21,1
	90	135,0	23,3	67,5	12,5
	60	122,3	12,7	61,2	4,9
5	90	156,8	43,2	78,1	21,6
	90	132,3	24,5	66,2	12,3
	60	120,7	11,6	60,4	5,8

ронового слоя и эндосперма (90 секунд) и на третьем этапе абразивного шелушения – 5,4% эндосперма (60 секунд).

В таблице 3 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 12,5%.

Как видно из таблицы 3, в результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 12,5% составил 59,0%. При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси было удалено 22,5% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного

шелушения – 12,6% оболочек, алейронового слоя и эндосперма в течение 90 секунд и на третьем этапе абразивного шелушения – 5,9% эндосперма в течение 60 секунд.

В таблице 4 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 13,4%.

Из данных таблицы 4 видно, что в результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 13,4% составил 61,2%. На первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 21,5% оболочек в течение

Таблица 3 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 12,5%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	155,8	44,2	77,9	22,1
	90	130,9	69,1	65,5	12,4
	60	118,8	81,2	59,4	6,1
2	90	153,8	46,2	76,9	23,1
	90	128,9	71,1	64,5	12,4
	60	117,6	82,4	58,8	6,0
3	90	155,9	44,1	77,9	22,1
	90	131,0	69,0	65,5	12,4
	60	119,0	81,0	59,5	6,0
4	90	154,4	45,6	77,2	22,8
	90	129,2	70,8	64,6	12,6
	60	117,5	82,5	58,8	5,8
5	90	154,8	45,2	77,4	22,6
	90	128,4	71,6	64,2	13,2
	60	116,9	83,1	58,5	5,7

Таблица 4 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 13,4%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	154,7	45,3	78,0	22,7
	90	134,9	18,8	68,0	9,9
	60	123,3	11,6	61,7	5,8
2	90	157,1	42,9	78,6	21,5
	90	133,0	24,1	66,5	12,1
	60	122,8	10,2	61,4	5,1
3	90	157,8	42,2	78,9	21,1
	90	132,9	24,9	66,5	12,5
	60	123,2	9,7	61,6	4,9
4	90	158,3	41,7	79,2	20,9
	90	135,0	23,3	67,5	11,7
	60	122,3	12,7	61,2	6,4
5	90	156,8	43,2	78,1	21,6
	90	133,3	24,5	66,2	12,3
	60	120,7	11,6	60,4	5,8

ние 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения – 11,7% оболочек, алейронового слоя и эндосперма в течение такого же времени и на третьем этапе абразивного шелушения – 5,4% эндосперма в течение 60 секунд.

В таблице 5 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 14,3%.

Как видно из таблицы 5, в результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 14,3% составил 59,2%. При этом на первом этапе

абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 22,5% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения удалили 12,4% оболочек, алейронового слоя и эндосперма в течение 90 секунд и на третьем этапе абразивного шелушения удалили 5,9% эндосперма в течение 60 секунд.

В таблице 6 представлены результаты экспериментальных данных по выходу целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 15,6%.

В результате 3-этапного абразивного шелушения общий выход целой пшенично-тритикалевой крупы из исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси с влажностью 15,6% составил 59,5%

Таблица 5 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 14,3%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	155,5	44,5	77,8	22,3
	90	130,5	25,0	65,3	12,5
	60	118,9	11,6	59,5	5,8
2	90	154,8	45,2	77,4	22,6
	90	130,7	24,0	65,4	12,1
	60	119,0	11,7	59,5	5,9
3	90	154,9	54,1	77,5	22,5
	90	130,9	24,0	65,5	12,0
	60	118,5	12,4	56,3	6,2
4	90	154,8	45,2	77,4	22,6
	90	130,6	24,2	65,3	12,1
	60	118,9	11,7	59,5	5,9
5	90	155,0	54,0	77,5	22,5
	90	128,4	22,6	64,2	13,3
	60	117,0	11,4	58,5	5,7

Таблица 6 – Выход пшенично-тритикалевой целой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси с исходной влажностью 15,6%

№ обр.	Время шелушения (т), с	Масса шелушённого зерна, г	Масса удалённых оболочек, г	Массовая доля шелушённого зерна, %	Массовая доля удалённых оболочек, %
1	90	156,0	44,0	78,0	22,0
	90	130,6	25,4	65,3	12,7
	60	118,2	12,4	59,1	6,2
2	90	154,6	45,4	77,3	22,7
	90	130,3	24,3	65,2	12,2
	60	118,7	11,6	59,4	5,8
3	90	155,9	44,1	78,0	22,1
	90	131,5	24,4	65,7	12,2
	60	119,6	11,9	59,8	6,0
4	90	155,5	44,5	77,8	22,3
	90	131,0	24,5	65,5	12,3
	60	119,5	11,5	59,8	5,8
5	90	155,1	44,9	77,6	22,5
	90	129,8	25,3	64,9	12,7
	60	118,5	11,3	59,3	5,7

(табл. 6). На первом этапе абразивного шелушения указанной смеси удалили 22,3% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения – 12,4% оболочек, алейронового слоя и эндосперма за те же 90 секунд и на третьем этапе абразивного шелушения – 5,9% эндосперма в течение 60 секунд.

На рисунках 1 и 2 представлен внешний вид исходной пшенично-тритикалевой зерновой смеси и целой пшенично-тритикалевой крупы, полученной в результате 3-этапного абразивного шелушения.

Выводы. В ходе исследований определено влияние исходной влажности пшенично-тритика-

левой зерновой смеси в соотношении 50/50% на выход целой пшенично-тритикалевой крупы. Установлено, что наибольший выход целой пшенично-тритикалевой крупы в количестве 62,6% получается при минимальной начальной влажности пшенично-тритикалевой зерновой смеси (11,0%). При этом на первом этапе абразивного шелушения пшенично-тритикалевой зерновой смеси удалили 20,8% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения удалили 11,3% оболочек.

Выявлено, что наименьший выход целой пшенично-тритикалевой крупы в количестве 59,2% получается при минимальной начальной влажно-



Рисунок 1 – Исходная зерновая пшенично-тритикалевая смесь в соотношении 50/50%



Рисунок 2 – Целая крупа из зерновой пшенично-тритикалевой смеси в соотношении 50/50%

сти пшенично-тритикалевой зерновой смеси равной 14,3%. При этом на первом этапе абразивного шелушения данной смеси удалили 22,5% оболочек в течение 90 секунд, на втором этапе абразивного шелушения – 12,4% оболочек.

По результатам проведённых исследований разработана технология получения целой пшенично-тритикалевой крупы из пшенично-тритикалевой зерновой смеси в результате 3-этапного абразивного шелушения.

Список источников

1. Зверев С. В., Панкратьева И. А., Политуха О. В. [и др.] Высококаротиноидное тритикале – перспективная культура для получения крупы функционального назначения // *Хлебопродукты*. 2019. № 4. С. 54–55. ISSN 0235-2508.

2. Дмитрук Е. А., Новиков В. В. Совершенствование шелушения зерна тритикале при изготовлении крупы // *Вестник Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета*. 2014. № 2 (34). С. 16–18.

3. Леонова С. А., Нигматьянов А. А., Фазылов М. З. Разработка технологии национального крупяного продукта из пророщенного зерна // *Хлебопродукты*. 2010. № 9. С. 48–49. ISSN 0235-2508.

4. Панкратьева И. А., Чиркова Л. В., Политуха О. В. Крупа из зерна ржи и тритикале // Хлебопродукты. 2017. № 2. С. 58–59. ISSN 0235-2508.
5. Смирнов С. О., Урубков С. А. Перспективные технологические решения для производства крупы из зерна тритикале // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 52–54. ISSN 0235-2508.
6. Чиркова Л. В., Панкратьева И. А., Зверев С. В. [и др.] Технология выработки крупы из тритикале // Хранение и переработка зерна. 2017. № 1 (209). С. 38–40.
7. Хосни Р. К. Зерно и зернопродукты: научные основы и технологии. СПб. : Профессия, 2006. 336 с.
8. Babaytseva T. A., Poltorydyadko E. N., Kokonov S. I. [et al.] Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features // Research on Crops. 2021. Т. 22, № 3. P. 501–507. ISSN 0972-3226.
9. Antanas S., Alexa E., Negrea M. [et al.] Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours // J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2013. Vol. 17, № 1. P. 345–349. ISSN 2066-1797.
10. Barnett R. D., Blount A. R., Pfahler P. L [et al.] Environmental stability and heritability estimates for grain yield and test weight in triticale // J. Appl. Genet. 2006. № 4. P. 207–213.
11. Dennett A. L., Trethowan R. M. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality // Cereal Research Communications. 2013. Vol. 41, Is. 3. P. 448–457. DOI: <https://doi.org/10.1556/crc.2013.0022>.
12. Kandrov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. [et al.] Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale* L.) grain into graded flour // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7, № 1. P. 107–117. ISSN 2308-4057.
13. Meleshkina E. P., Pankratov G. N., Vitol I. S. [et al.] Innovative trends in the development of advanced triticale grain processing technology // Foods and Raw materials. 2017. Vol. 5, № 2. P. 70–82. ISSN 2308-4057.

References

1. Zverev S. V., Pankrat'eva I. A., Politukha O. V. [i dr.] Vysokokarotinoidnoe tritikale – perspektivnaja kul'tura dlja poluchenija krupy funkcional'nogo naznacheniya // Hleboprodukty. 2019. № 4. S. 54–55. ISSN 0235-2508.
2. Dmitruk E. A., Novikov V. V. Sovershenstvovanie shelusheniya zerna tritikale pri izgotovlenii krupy // Vestnik Dnepropetrovskogo gosudarstvennogo agrarno-jekonomicheskogo universiteta. 2014. № 2 (34). S. 16–18.
3. Leonova S. A., Nigmat'yanov A. A., Fazylov M. Z. Razrabotka tehnologii nacional'nogo krupjanogo produkta iz proroshhennogo zerna // Hleboprodukty. 2010. № 9. S. 48–49. ISSN 0235-2508.
4. Pankrat'eva I. A., Chirkova L. V., Politukha O. V. Krupa iz zerna rzi i tritikale // Hleboprodukty. 2017. № 2. S. 58–59. ISSN 0235-2508.
5. Смирнов С. О., Урубков С. А. Перспективные технологические решения для производства крупы из зерна тритикале // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 52–54. ISSN 0235-2508.
6. Чиркова Л. В., Панкратьева И. А., Зверев С. В. [и др.] Технология выработки крупы из тритикале // Хранение и переработка зерна. 2017. № 1 (209). С. 38–40.
7. Khosni R. K. Zerno i zernoprodukty: nauchnye osnovy i tehnologii. SPb. : Professija, 2006. 336 s.
8. Babaytseva T. A., Poltorydyadko E. N., Kokonov S. I. [et al.] Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features // Research on Crops. 2021. Т. 22, № 3. P. 501–507. ISSN 0972-3226.
9. Antanas S., Alexa E., Negrea M. [et al.] Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours // J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2013. Vol. 17, № 1. P. 345–349. ISSN 2066-1797.
10. Barnett R. D., Blount A. R., Pfahler P. L [et al.] Environmental stability and heritability estimates for grain yield and test weight in triticale // J. Appl. Genet. 2006. № 4. P. 207–213.
11. Dennett A. L., Trethowan R. M. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality // Cereal Research Communications. 2013. Vol. 41, Is. 3. P. 448–457. DOI: <https://doi.org/10.1556/crc.2013.0022>.
12. Kandrov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. [et al.] Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale* L.) grain into graded flour // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7, № 1. P. 107–117. ISSN 2308-4057.
13. Meleshkina E. P., Pankratov G. N., Vitol I. S. [et al.] Innovative trends in the development of advanced triticale grain processing technology // Foods and Raw materials. 2017. Vol. 5, № 2. P. 70–82. ISSN 2308-4057.

Сведения об авторах

Роман Хажсетович Кандроков – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», spm-код: 7081-1209.

Патимат Асадулламагомедовна Бекшокова – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный университет», spm-код: 3533-6890.

Юлия Сергеевна Ерина – обучающаяся, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств».

Information about the authors

Roman Kh. Kandrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grains, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Food Production", spin-code: 7081-1209.

Patimat A. Bekshokova – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Dagestan State University", spin-code: 3533-6890.

Yuliya Sergeevna Erina – student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Food Production".

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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



Научная статья
 УДК 631.362.3
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ПЕРФОРИРОВАННОЙ ТРУБЫ ДЛЯ БЕЗУДАРНОГО ПОПАДАНИЯ ДРАЖЕ В ОТВЕРСТИЕ

Владимир Анатольевич Николаев¹, Ирина Витальевна Кряклина²

¹Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия

²Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия

¹nikolaev53@inbox.ru

²i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Реферат. Предложен комбинированный агрегат обработки почвы и посева, обеспечивающий оптимальное размещение семян в почве. Важным элементом устройства размещения семян является перфорированная труба. Перемещение драже из перфорированной трубы в отверстие должно быть таким, чтобы исключить выпадение из него драже обратно в перфорированную трубу. Одним из условий правильного посева является обеспечение оптимального безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы. Путём моделирования и расчётов установлена корреляция скорости агрегата с диаметром перфорированной трубы. Определены диаметры перфорированной трубы при разных скоростях движения комбинированного агрегата для обеспечения безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы.

Ключевые слова: комбинированный агрегат обработки почвы и посева, оптимальное размещение семян в почве, устройство размещения семян, перфорированная труба

DETERMINATION OF PERFORATED PIPE DIAMETER FOR NONIMPACT ENTRY OF DRAGEE INTO HOLE

Vladimir A. Nikolaev¹, Irina V. Kryaklina²

¹Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia

²Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

¹nikolaev53@inbox.ru

²i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Abstract. A combined unit for tillage and sowing ensuring optimal placement of seeds in the soil is proposed. An important element of the seed placement device is the perforated pipe. The movement of the dragee from the perforated pipe into the hole must be such as to prevent the dragee from falling out of it back into the perforated pipe. One of the conditions for proper sowing is to ensure optimal nonimpact entry of the dragee into the hole of the perforated pipe. By modeling and calculations, the correlation between the speed of the unit with the diameter of the perforated pipe was established. The diameters of the perforated pipe were determined at different speeds of movement of the combined unit to ensure nonimpact entry of the dragee into the hole of the perforated pipe.

Keywords: combined tillage and sowing unit, optimal placement of seeds in the soil, seed placement device, perforated pipe

Введение. Для создания оптимальных условий прорастания семян и развития растений необходимо обеспечить им оптимальную площадь питания [1; 2]. Она представляет квадрат со сторонами приблизительно 40 × 40 мм. Такое размещение семян в почве может обеспечить комбинированный агрегат обработки почвы и посева [3]. Важным элементом устройства размещения семян является

перфорированная труба [4]. В результате расчётов и пространственного моделирования выявлены зависимости: количества драже между первым и вторым сбрасывателем от наружного диаметра перфорированной трубы, максимального количества отверстий от наружного диаметра перфорированной трубы, исходя из геометрии перфорированной трубы и возможного количества драже между пер-

вым и вторым сбрасывателем. На основании проведённых исследований [4] предварительно определён оптимальный наружный диаметр, количество отверстий в поперечном сечении перфорированной трубы и угол между осями этих отверстий. Одним из условий правильного посева является обеспечение оптимального безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы.

Целью данной работы является определение диаметров перфорированной трубы при разных скоростях движения комбинированного агрегата для обеспечения безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы.

Методика. Перемещение драже из перфорированной трубы в почву включает четыре этапа [3; 4]:

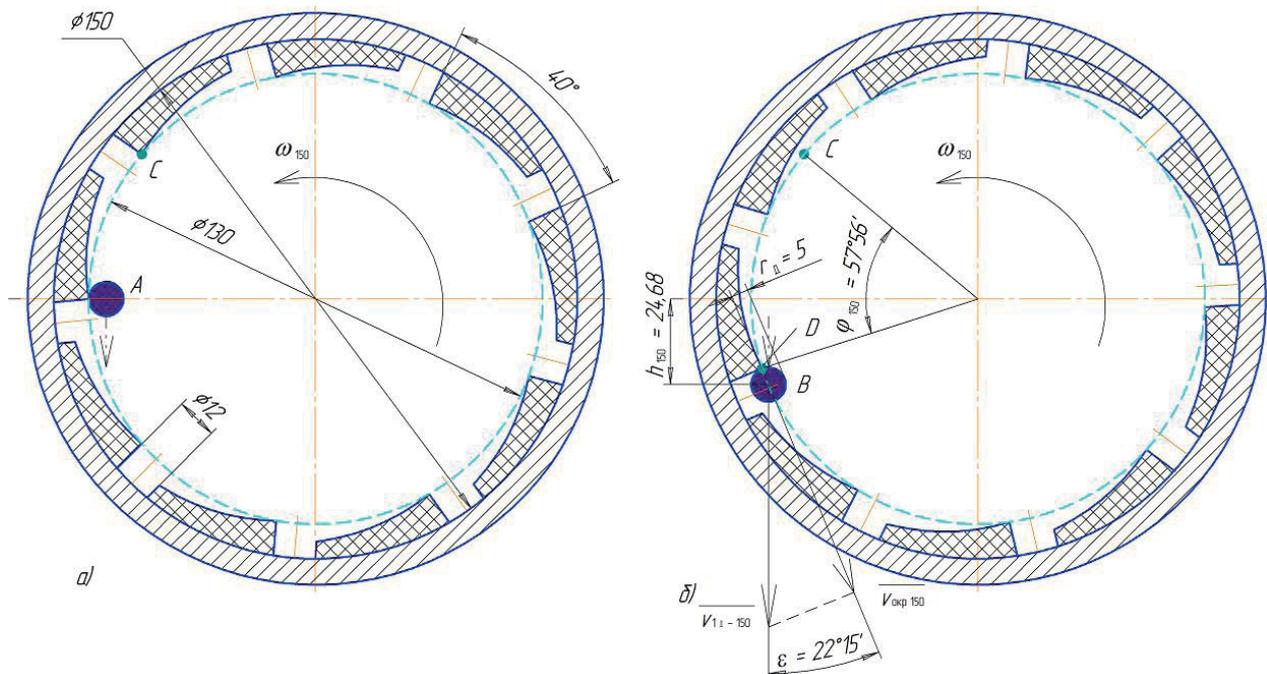
- перемещение из перфорированной трубы в отверстие так, чтобы исключить выпадение из него обратно в перфорированную трубу;
- перемещение в отверстию;
- выпадение из отверстия в сошник;
- перемещение по сошнику в почву.

При вращении перфорированная труба увлекает драже воздействием отверстий и силы трения. Сбрасыватели также не только смещают драже вдоль перфорированной трубы, но и способствуют их пересыпанию в перфорированной трубе. Поэтому драже в перфорированной трубе совершают движения, которые сложно проанализировать теоретически. Так как сложно установить вектор начальной скорости драже в момент

начала его перемещения в отверстие перфорированной трубы, то есть в начале первой фазы, то примем начальную скорость драже равной нулю. Допустим, на драже в момент начала попадания в отверстие перфорированной трубы не влияют другие семена. То есть каждое драже в этот момент независимо от другого драже.

Чтобы драже раньше начало движение в отверстие, выполним жёлоб в перфорированной трубе, ось которого расположена в плоскости, перпендикулярной оси перфорированной трубы. Жёлоб начинается от предыдущего, по ходу вращения, отверстия перфорированной трубы. Максимальная глубина жёлоба у рассматриваемого отверстия превышает радиус драже r_0 .

Допустим, пространство внутри перфорированной трубы достаточно заполнено драже. Оптимальным будет вариант, при котором перемещение драже в отверстие начнётся в точке A , соответствующей положению драже на горизонтальной оси перфорированной трубы, в момент, когда начало жёлоба также расположено на горизонтальной оси перфорированной трубы (рис. 1). Окончание первой фазы перемещения драже в отверстие в точке B . В этой точке стенка отверстия догоняет драже. При этом центр драже должен быть на траектории внутреннего диаметра перфорированной трубы. Если центр драже не достигнет траектории внутреннего диаметра перфорированной трубы, оно перфорированной трубой будет выброшено внутрь неё и не попадёт в сошник.



а) начало падения; б) конец падения.

Рисунок 1 – Путь драже при оптимальном перемещении в отверстие перфорированной трубы внутренним диаметром 130 мм

Предположим, что драже переместится в отверстие перфорированной трубы на глубину радиуса драже $r_d = 5$ мм. Выполним построения, определим путь драже при оптимальном перемещении в отверстие перфорированной трубы. За время падения драже точка C перфорированной трубы переместится в положение D . Соединив точки C и D с центром вращения перфорированной трубы, определим угол φ_i , на который повернётся перфорированная труба. Выполним аналогичные построения для перфорированных труб других диаметров.

Уравнение, описывающее падение драже, без учёта сопротивления воздуха,

$$h_i \geq \frac{g\tau_{1i}^2}{2}, \text{ допустим, } h_i = \frac{g\tau_{1i}^2}{2},$$

где h_i – высота падения драже в течение первой фазы из рисунка 1 $h_{150} = 0,02468$ м;

τ_{1i} – время падения в течение первой фазы.

Отсюда время падения

$$\tau_{1i} = \sqrt{\frac{2h_i}{g}}; \quad (1)$$

$$\tau_{1-150} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02468}{9,8}} \approx 0,071 \text{ с.}$$

Конечная скорость драже

$$v_{1\delta i} = g\tau_{1i}; \quad (2)$$

$$v_{1\delta-150} = 9,8 \cdot 0,071 \approx 0,696 \text{ м/с.}$$

Для безударного контакта драже со стенкой отверстия проекция его конечной скорости во время падения на касательную к окружности, соответствующей внутреннему диаметру перфорированной трубы (на рис. 1 штриховая основная линия), в точке D должна быть равна окружной скорости внутренней поверхности перфорированной трубы

$$v_{\delta i} \cos \varepsilon = v_{\text{окр}i}. \quad (3)$$

$$v_{\text{окр}150} = 0,696 \cdot \cos 22,25^\circ \approx 0,65 \text{ м/с}$$

Угловая скорость перфорированной трубы:

$$\omega_i = \frac{v_{\text{окр}i}}{r_i}. \quad (4)$$

Так как внутренний радиус перфорированной трубы $r_{150} = 65$ мм, то

$$\omega_{150} = \frac{0,65}{0,065} = 10 \text{ рад/с.}$$

За один оборот перфорированной трубы будет высеяно в рядок n_{o-i} семян. За одну секунду будет высеяно семян в один рядок:

$$n_c = \frac{\omega_i}{2\pi} n_{o-i}. \quad (5)$$

Если наружный диаметр перфорированной трубы 150 мм, то за один её оборот будет высеяно в рядок 9 семян. Тогда за одну секунду будет высеяно семян в один рядок:

$$n_{c-150} = \frac{10}{2 \cdot 3,14} \cdot 9 \approx 14,33 \text{ шт.}$$

Так как расстояние между семенами $c = 0,04$ м, то расчётная скорость агрегата:

$$v_{\text{агр}p} = cn_{o-i}. \quad (6)$$

Если наружный диаметр перфорированной трубы 150 мм, то расчётная скорость агрегата:

$$v_{\text{агр}p} = 0,04 \cdot 14,33 \approx 0,57 \text{ м/с.}$$

Результаты. Аналогичные расчёты при различном диаметре перфорированной трубы сведём

Таблица 1 – Расчёт параметров при оптимальном варианте посева семян и безударном контакте драже со стенкой отверстия

Наруж. диаметр перф. трубы, мм	Высота падения драже, м	Время падения драже, с	Конеч. скорость, м/с	Окруж. скорость, м/с	Внутр. радиус перф. трубы, м	Угл. скор. перф. трубы, рад/с	К-во отв., шт.	К-во семян в рядке за секунду, шт.	Скорость агрегата, м/с
150	0,02468	0,071	0,6958	0,65	0,065	10	9	14,33	0,57
175	0,02828	0,076	0,7448	0,694	0,0775	8,95	13	18,53	0,74
200	0,03039	0,079	0,7742	0,729	0,09	8,1	18	23,21	0,93
225	0,0324	0,081	0,7938	0,754	0,1025	7,35	23	26,94	1,08
250	0,03428	0,084	0,8232	0,786	0,115	6,83	29	31,56	1,26
275	0,03604	0,086	0,8428	0,809	0,1275	6,34	36	36,37	1,45

Определение диаметра перфорированной трубы для безударного попадания драже в отверстие

в таблицу 1. На рисунках 2–5 представлены зависимости между параметрами при безударном контакте драже со стенкой отверстия.

Зависимости между параметрами при безударном контакте драже со стенкой отверстия можно

аппроксимировать уравнениями, показанными на полях графиков.

Вывод. В результате моделирования и расчётов определены диаметры перфорированной трубы при разных скоростях движения комбини-

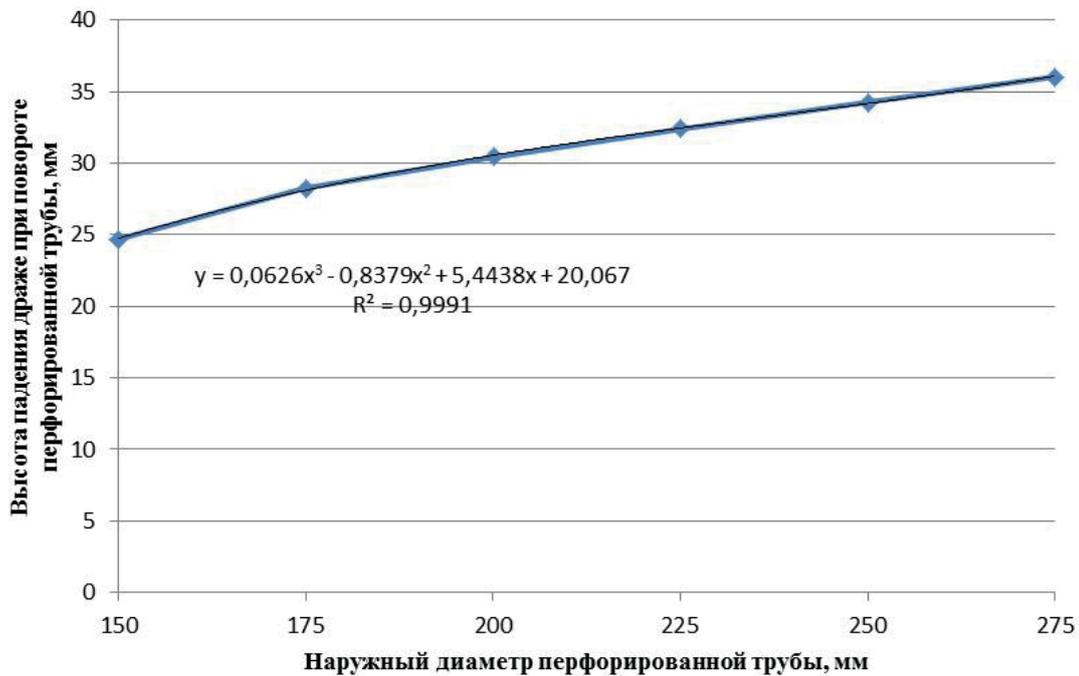


Рисунок 2 – Зависимость высоты падения драже при оптимальном перемещении в отверстии и при безударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

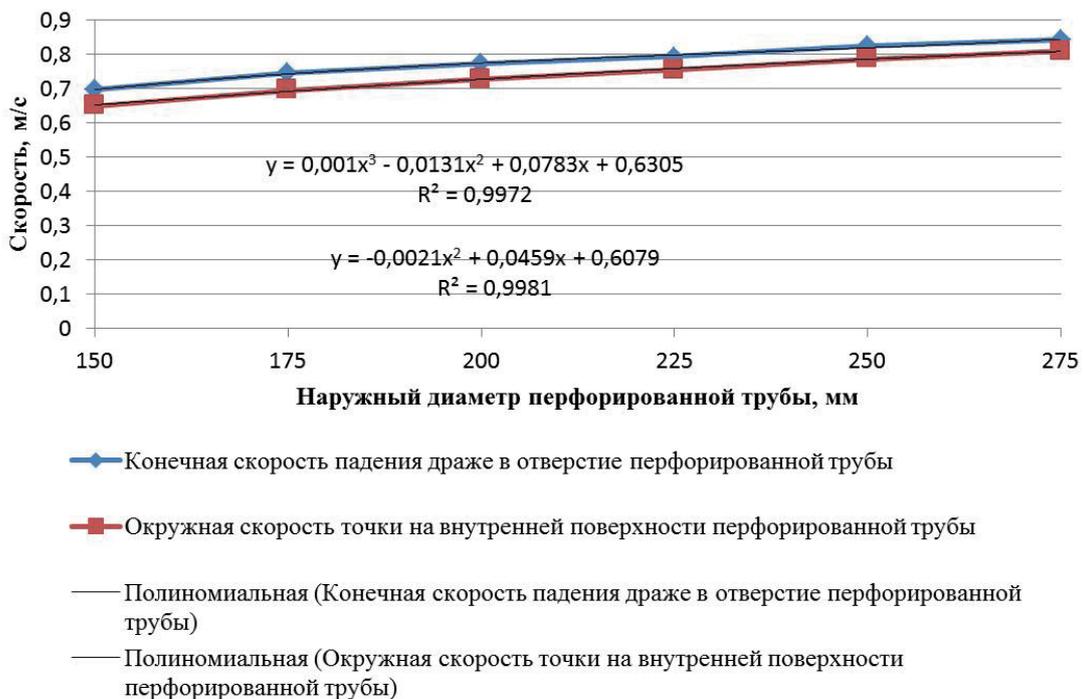


Рисунок 3 – Зависимость конечной скорости падения драже и окружной скорости точки на внутренней поверхности перфорированной трубы при оптимальном перемещении в отверстие и при безударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

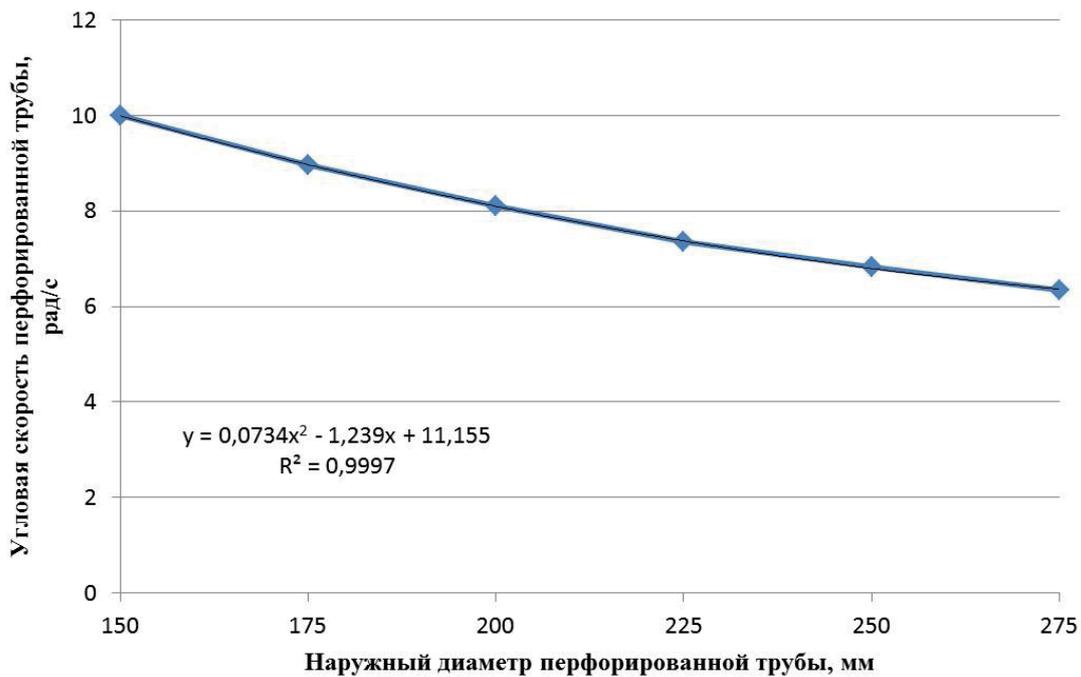


Рисунок 4 – Зависимость угловой скорости перфорированной трубы при оптимальном перемещении в отверстие и при безударном контакте драже со стенкой отверстия от наружного диаметра перфорированной трубы

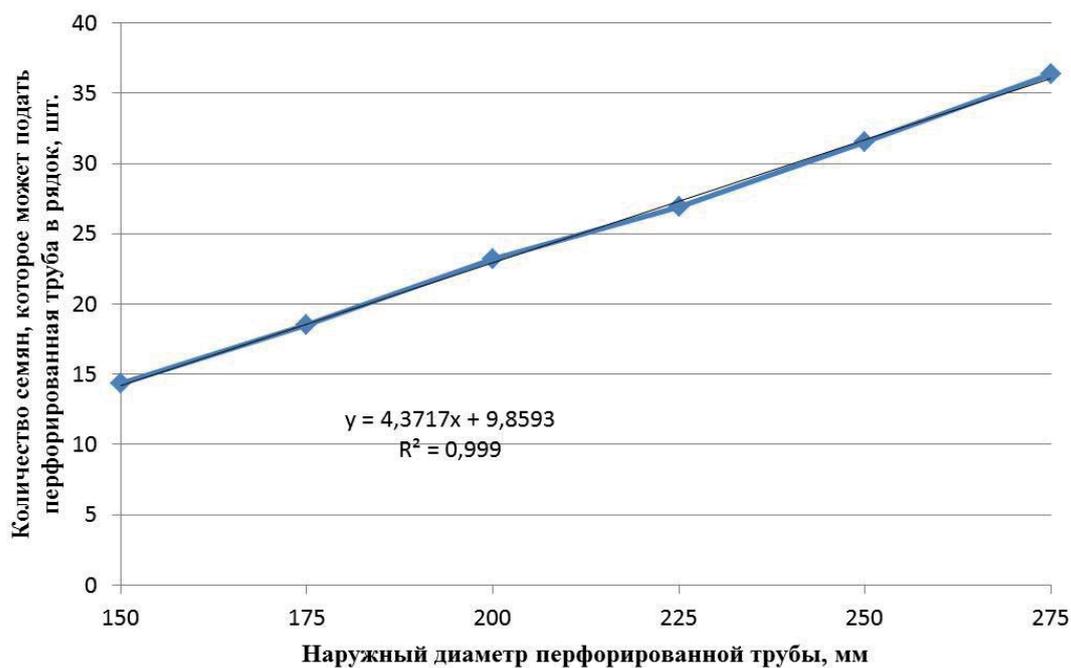


Рисунок 5 – Зависимость количества семян, которое может подать перфорированная труба в рядок при оптимальном перемещении в отверстие и при безударном контакте драже со стенкой отверстия, от наружного диаметра перфорированной трубы

рованного агрегата для обеспечения безударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы.

При агрегатировании с трактором ХТЗ-17221 и полной подаче топлива в двигатель скорость агрегата на первом диапазоне, согласно технической характеристике: на первой передаче – 0,93 м/с,

на второй – 1,06 м/с, на третьей – 1,25 м/с, на четвертой – 1,66 м/с. Скорость агрегата на втором диапазоне, соответственно: 2,27 м/с; 2,66 м/с; 3,15 м/с; 3,58 м/с. Из таблицы 1 и рисунков видно, что безударный контакт драже со стенкой отверстия возможен, если агрегат движется на первой передаче первого диапазона, когда наруж-

ный диаметр перфорированной трубы 200 мм; на второй передаче первого диапазона, когда наружный диаметр перфорированной трубы 225 мм; на третьей передаче первого диапазона, когда наружный диаметр перфорированной трубы 250 мм или 275 мм.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков М. А., Смелик В. А., Теплинский И. З. [и др.] Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах : учебное пособие / под ред. М. А. Новикова. СПб. : Проспект Науки, 2011. 208 с.
2. Устинов А. Н. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур. М. : Агропромиздат, 1989. 159 с. ISBN 5-10-001178-5.
3. Пат. 2407259 С1 Российская Федерация, МПК А01 49/06 (2006.01), А01В 49/06 (2006.01). Устройство для обработки почвы и посева и способ обработки почвы / Николаев В. А. ; патентообладатель ФГОУ ВПО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2009112969/21 ; заявл. 06.04.2009 ; опублик. 27.12.2010, Бюл. № 36. 14 с.
4. Николаев В. А., Кряклина И. В. Выбор диаметра перфорированной трубы устройства размещения семян в почве // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 1 (57). С. 62–67. ISBN 1998-1635.

References

1. Novikov M. A., Smelik V. A., Teplinskij I. Z. [i dr.] Sel'skohozjajstvennyye mashiny. Tehnologicheskie raschety v primerah i zadachah : uchebnoe posobie / pod red. M. A. Novikova. SPb. : Prospekt Nauki, 2011. 208 s.
2. Ustinov A. N. Mashiny dlja poseva i posadki sel'skohozjajstvennyh kul'tur. M. : Agropromizdat, 1989. 159 s. ISBN 5-10-001178-5.
3. Pat. 2407259 S1 Rossijskaja Federacija, MPK A01 49/06 (2006.01), A01V 49/06 (2006.01). Ustrojstvo dlja obrabotki pochvy i poseva i sposob obrabotki pochvy / Nikolaev V. A. ; patentoobladatel' FGOU VPO «Jaroslavskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija». № 2009112969/21 ; zajavl. 06.04.2009 ; opubl. 27.12.2010, Bjul. № 36. 14 s.
4. Nikolaev V. A., Kryaklina I. V. Vybor diametra perforirovannoj truby ustrojstva razmeshhenija semjan v pochve // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2022. № 1 (57). S. 62–67. ISBN 1998-1635.

Сведения об авторах

Владимир Анатольевич Николаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 8865-0397.

Ирина Витальевна Кряклина – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельскохозяйственного производства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3671-5289.

Information about the authors

Vladimir A. Nikolaev – Doctor of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 8865-0397.

Irina V. Kryaklina – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Agricultural Production Mechanization, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 3671-5289.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 631.3
doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.012

РАСЧЁТ ЗАГРУЗКИ ЗЕРНА ЭЛЕМЕНТАМИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ РОТОРНОЙ СУШИЛКИ

Владимир Анатольевич Николаев

Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия
nikolaev53@inbox.ru

Реферат. Распространённым видом подлежащего сушке материала является зерно и другие сыпучие материалы. Работа элементов универсальной полуавтоматической роторной сушилки во время загрузки, в частности, зерна должна быть синхронизирована. Для этого необходимо определить кинематические, динамические и энергетические параметры элементов универсальной полуавтоматической роторной сушилки при загрузке зерна или других сыпучих материалов. Разработана методика определения кинематических, динамических и энергетических параметров элементов универсальной полуавтоматической роторной сушилки при загрузке зерна или других сыпучих материалов. В результате анализа взаимодействия высушиваемого сыпучего материала с элементами универсальной полуавтоматической роторной сушилки выявлены кинематические, динамические и энергетические параметры элементов конструкции, осуществляющих загрузку.

Ключевые слова: элементы универсальной полуавтоматической роторной сушилки, зерно, кинематические параметры, динамические параметры, энергетические параметры

CALCULATION OF GRAIN LOADING BY ELEMENTS OF UNIVERSAL SEMI-AUTOMATIC ROTARY DRYER

Vladimir A. Nikolaev

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia
nikolaev53@inbox.ru

Abstract. A common type of material to be dried is grain and other bulk materials. The operation of the elements of the universal semi-automatic rotary dryer during loading, in particular grain, must be synchronized. To do this, it is necessary to determine the kinematic, dynamic and energy parameters of the elements of the universal semi-automatic rotor dryer when loading grain or other bulk materials. A method has been developed for determining kinematic, dynamic and energy parameters of elements of a universal semi-automatic rotor dryer when loading grain or other bulk materials. As a result of analysis of interaction of dried bulk material with elements of universal semi-automatic rotor dryer, kinematic, dynamic and energy parameters of elements of structure carrying out loading are revealed.

Keywords: elements of universal semi-automatic rotor dryer, grain, kinematic parameters, dynamic parameters, energy parameters

Введение. Основной причиной высоких затрат на производство зерна в Нечернозёмной зоне Российской Федерации являются большие затраты энергии на его сушку. Это обусловлено 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.

Универсальная сельскохозяйственная сушилка должна быть высокомеханизированной. Она должна обеспечивать загрузку и выгрузку всех высушиваемых материалов. Сушилка сельскохозяйственных материалов является сложным устройством. Чтобы обеспечить её надёжное функционирование как в периоды загрузки и выгрузки, так и в периоды сушки необходима высокая степень автоматизации. Оператор сушилки должен лишь устанавливать режим сушки и контролировать функционирование автоматизированной системы сушилки.

Теорию сушки и конструкции сушилок сельскохозяйственного назначения разрабатывали авторы [1; 2; 3; 4]. Однако, несмотря на разнообразие конструкций, создать сушилку, соответствующую указанным требованиям, пока не удавалось. Для качественной сушки сельскохозяйственных материалов и изделий сельскохозяйственного и подсобного производства в течение года предназначена полуавтоматическая универсальная роторная сушилка [5]. На рисунке 1 показана схема полуавтоматической универсальной роторной сушилки, вид спереди.

Перед началом работы оператор оценивает вид и состояние подлежащего сушке материала и определяет режим сушки и способ загрузки материала. Если он осуществляет загрузку зерна или других сыпучих материалов, то устанавливает:

- положение платформы 9 посредством привода платформы 10: для загрузки сыпучих материалов сверху;

- положение верхней, средней и нижней части загрузочного конвейера 5 посредством гидроцилиндров управления загрузочным конвейером 6: для загрузки сыпучих материалов сверху (см. рис. 1);

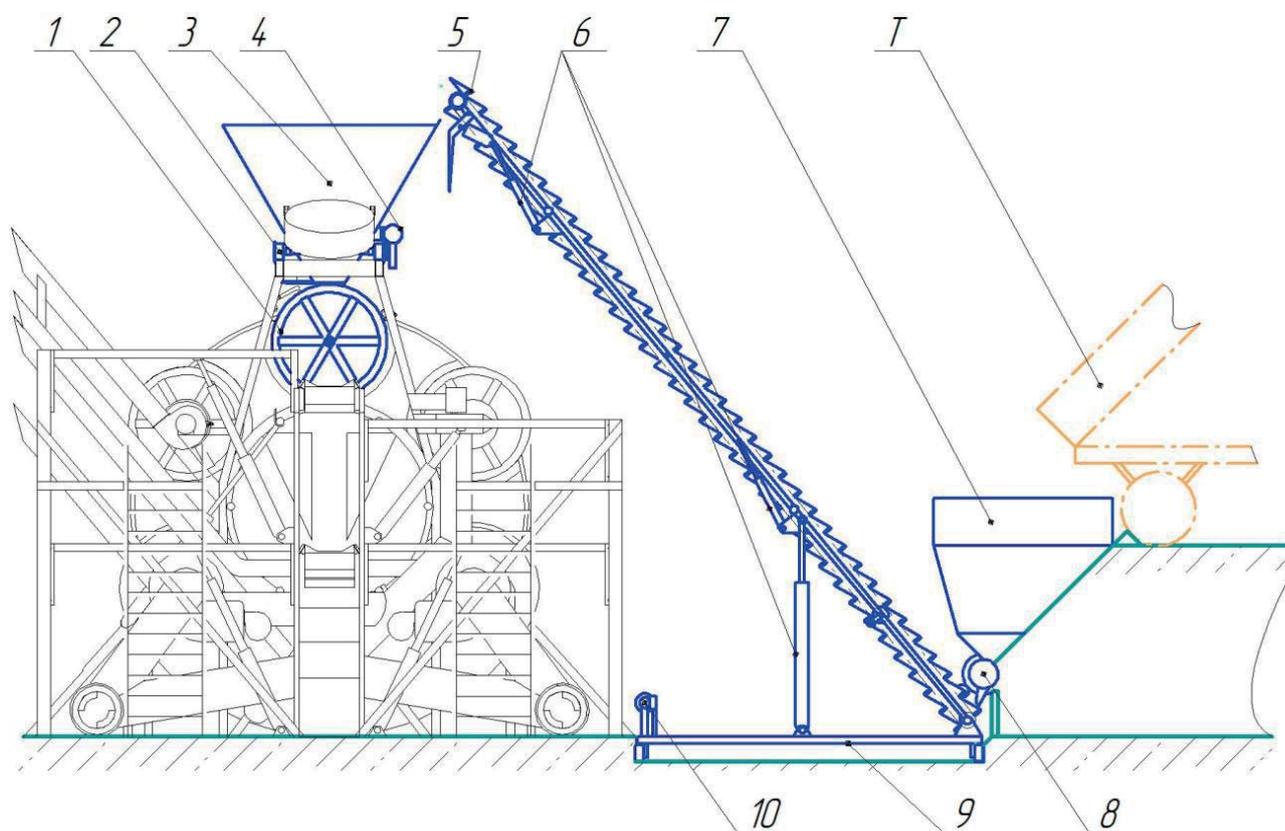
- загрузочный конвейер на поточный режим для загрузки сыпучих материалов;

- положение заслонок для использования продуктов горения в составе агента сушки;

- внешние цилиндры 1 на сушку зерна, других сыпучих материалов (рис. 2);

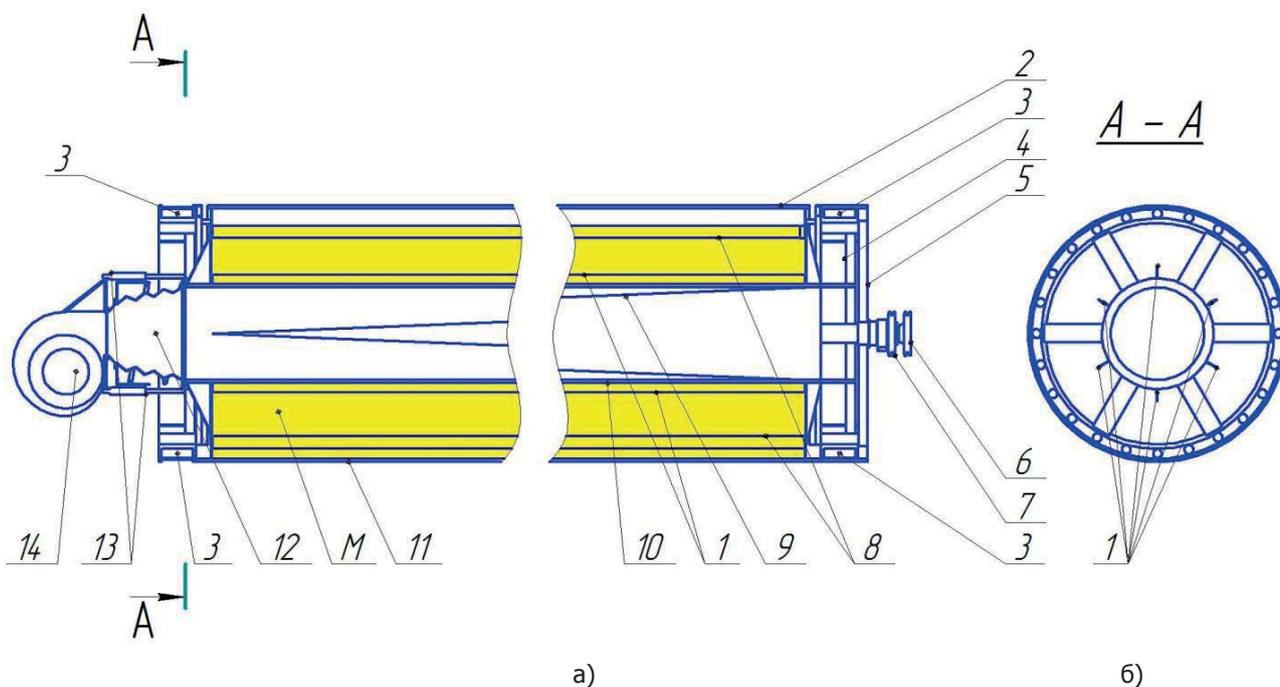
- режим сушки на пульте управления.

Зерно из транспортного средства *T* (см. рис. 1) высыпает в нижний бункер 7. Ёмкость нижнего бункера 7,5 м³ – достаточная для выгрузки зерна из автомобиля КАМАЗ и загрузки одного цилиндра. Из нижнего бункера дозатор 8 подаёт зерно в ковши, установленные на загрузочном конвейере. Из ковшей загрузочного конвейера зерно попадает в верхний бункер 3. Верхний бункер установлен на тележке. Она перемещает верхний бункер посредством привода тележки 4 и осуществляет загрузку высушиваемого материала во внешний цилиндр, расположенный сверху, когда открыта крышка внешнего цилиндра 2 (см. рис. 2). Высушиваемый материал *M* располагается между внешним цилиндром и внутренним цилиндром 10. Необходимо определить кинематические, динамические и энергетические параметры элементов универсальной полуавтоматической



1 – внешний цилиндр; 2 – тележка; 3 – верхний бункер; 4 – привод тележки; 5 – загрузочный конвейер; 6 – гидроцилиндр управления загрузочным конвейером; 7 – нижний бункер; 8 – дозатор; 9 – платформа; 10 – привод платформы.

Рисунок 1 – Схема полуавтоматической универсальной роторной сушилки, вид спереди



а – продольный разрез, б – разрез А – А: 1 – планка внутреннего цилиндра; 2 – крышка внешнего цилиндра; 3 – ролик; 4 – луч внутреннего цилиндра; 5 – луч внешнего цилиндра; 6 – звёздочка привода внешнего цилиндра; 7 – звёздочка привода внутреннего цилиндра; 8 – планка внешнего цилиндра; 9 – конус; 10 – внутренний цилиндр; 11 – внешний цилиндр; 12 – проставка; 13 – гидроцилиндр управления проставкой; 14 – вентилятор нагрева; М – высушиваемый материал.

Рисунок 2 – Схема наружного цилиндра, вариант для сушки сыпучих материалов

роторной сушилки при загрузке зерна или других сыпучих материалов.

Методика. Угловая скорость вала дозатора должна быть синхронизирована с перемещением ковшей. На рисунке 3 показано поперечное сечение дозатора с указанием размеров элементов. Ширина дозатора $b_d = 2,2 \text{ м}$, ширина ковшей загрузочного конвейера $b_k = 2,5 \text{ м}$ из конструктивной компоновки. Объём зерна, подаваемый одной секцией дозатора,

$$V_c = b_d S_{ci}; V_c = 2,2 \cdot 0,0109 \approx 0,024 \text{ м}^3.$$

В дозаторе шесть секций, поэтому он подаст зерна за один оборот:

$$V_d = 6V_c; V_d = 6 \cdot 0,024 = 0,144 \text{ м}^3.$$

Так как объём между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, заполняемый зерном, $V_3 = 6,74 \text{ м}^3$, то если бы дозатор заполнял объём между внешним цилиндром и внутренним цилиндром непосредственно, вал дозатора для заполнения этого объёма должен бы совершить

$$n_d = \frac{V_3}{V_d}; n_d = \frac{6,74}{0,144} = 46,8 \text{ оборотов.} \quad (1)$$

Если вал дозатора будет иметь большую угловую скорость, зерно не будет успевать заполнить его секции. Кроме того, при высокой угловой скорости вала, лопасти дозатора будут травмировать

зерновки. Наибольшая высота падения зерновки из нижнего бункера в секцию дозатора:

$$h_d = \frac{350-90}{2} = 130 \text{ мм} = 0,13 \text{ м}.$$

Допустим, начальная скорость зерновки равна нулю. Тогда $h_d = \frac{g\tau_c^2}{2}$. Откуда максимальное время падения зерновки из нижнего бункера в секцию дозатора:

$$\tau_c = \sqrt{\frac{2h_d}{g}}; \tau_c = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,13}{9,8}} = 0,163 \text{ с.} \quad (2)$$

Из рисунка 3 толщина верхнего окна дозатора $c_c = 130 \text{ мм} = 0,13 \text{ м}$. Поэтому максимальная окружная скорость лопасти дозатора:

$$v_n = \frac{c_c}{\tau_c}; v_n = \frac{0,13}{0,163} \approx 0,797 \text{ м/с.} \quad (3)$$

Радиус лопасти дозатора $r_n = \frac{348}{2} = 174 \text{ мм} = 0,174 \text{ м}$. Максимальная угловая скорость вала дозатора из условия заполнения секций зерном:

$$\omega_d = \frac{v_n}{r_n}; \omega_d = \frac{0,797}{0,174} \approx 4,58 \text{ рад/с.} \quad (4)$$

Примем угловую скорость вала дозатора $\omega_d = 4 \text{ рад/с}$. Тогда время заполнения зерном

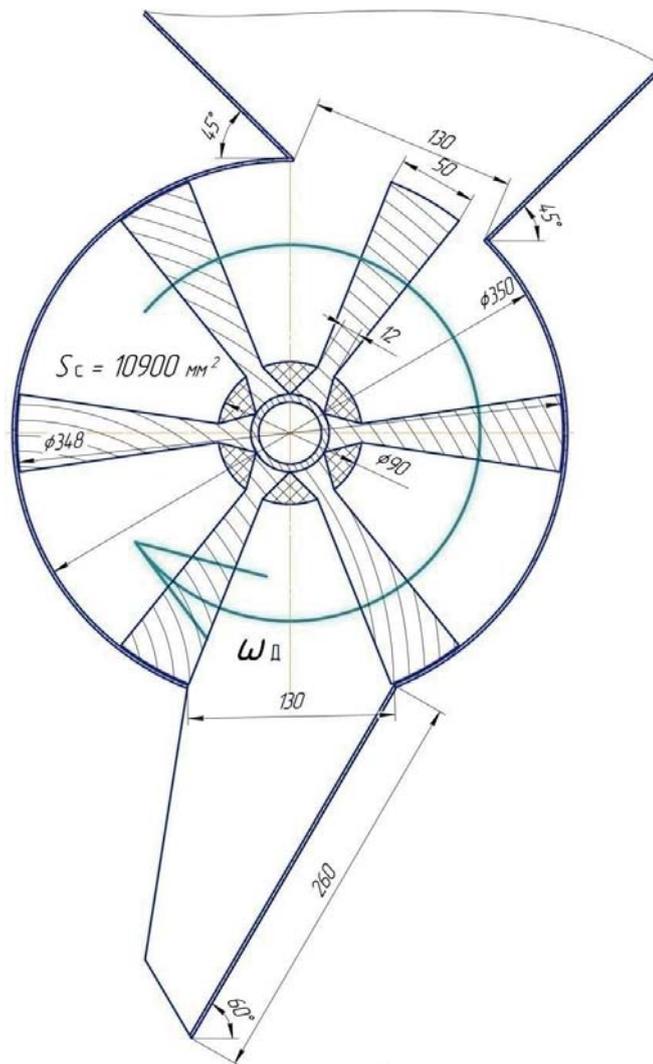


Рисунок 3 – Дозатор

объёма между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, если бы дозатор заполнял этот объём непосредственно,

$$\tau_{з\partial} = \frac{2\pi n_{\partial}}{\omega_{\partial}}; \tau_{з\partial} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 46,8}{4} \approx 73,5 \text{ с.} \quad (5)$$

Скорректированная окружная скорость края лопасти дозатора:

$$v_{л} = \omega_{\partial} r_{л}; v_{л} = 4 \cdot 0,174 = 0,696 \text{ м/с.} \quad (6)$$

Скорректированное время заполнения секции:

$$\tau_c = \frac{c_c}{v_{л}}; \tau_c = \frac{0,13}{0,696} \approx 0,187 \text{ с.} \quad (7)$$

Время оборота вала дозатора:

$$\tau_{\partial} = \frac{2\pi}{\omega_{\partial}}; \tau_{\partial} = \frac{2 \cdot 3,14}{4} = 1,57 \text{ с.} \quad (8)$$

Из рисунка 3 видно, что зерно, вытекающее из нижнего бункера, воздействует на лопасти дозатора, придавая валу дозатора вращение. Поэтому будем считать вращающий момент, необходимый для привода дозатора, равным нулю.

Ёмкость ковша должна соответствовать объёму секции дозатора: $V_k = V_c = 0,024 \text{ м}^3$. Поскольку ширина ковша загрузочного конвейера $b_k = 2,5 \text{ м}$, площадь его поперечного сечения:

$$S_k = \frac{V_k}{b_k};$$

$$S_k = \frac{0,024}{2,5} = 0,0096 \text{ м}^3 = 9600 \text{ мм}^3. \quad (9)$$

Площадь сечения ковша из конструктивной компоновки превышает расчётную площадь (рис. 4).

Как видно из рисунка, расстояние между ковшами $s_k = 0,26 \text{ м}$. Скорость загрузочного конвейера:

$$v_k = \frac{6 \cdot s_k}{\tau_{\partial}}; v_k = \frac{6 \cdot 0,26}{1,57} \approx 1 \text{ м/с.} \quad (10)$$

Радиус начальной окружности ведущей звёздочки загрузочного конвейера $r_{зк} = 0,1 \text{ м}$. Угловая скорость ведущей звёздочки загрузочного конвейера:

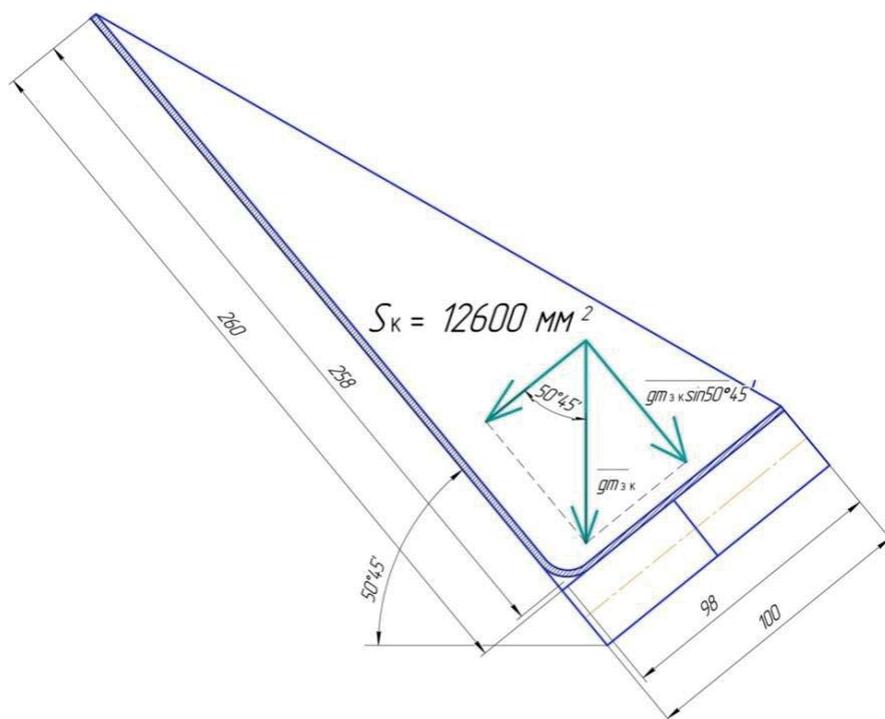


Рисунок 4 – Ковш

$$\omega_{зк} = \frac{v_k}{r_{зк}}; \omega_{зк} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ рад/с.} \quad (11)$$

Ёмкость ковша $V_k = 0,024 \text{ м}^3$. Так как расстояние между ковшами $s_k = 0,26 \text{ м}$, при такой скорости загрузочного конвейера он будет подавать четыре ковша в секунду, то есть зерно объёмом $V_{зк} = 4V_k \approx 0,1 \text{ м}^3$. Из конструктивной компоновки количество ковшей с зерном на рабочей ветви загрузочного конвейера (см. рис. 1) $n_{зк} = 35 \text{ шт}$. Из зерновых культур наибольшую объёмную массу имеет пшеница. Масса пшеницы, расположенной на рабочей ветви загрузочного конвейера,

$$m_{зк} = n_{зк} V_k \rho_{пш}$$

$$m_{зк} = 35 \cdot 0,024 \cdot 850 = 714 \text{ кг.} \quad (12)$$

Вращающий момент привода загрузочного конвейера необходим для преодоления силы тяжести пшеницы, расположенной на рабочей ветви загрузочного конвейера, и сил трения в подвижных элементах загрузочного конвейера. Вращающий момент, необходимый для преодоления силы тяжести пшеницы,

$$M_{зк} = gm_{зк} \sin 50,75^\circ \cdot r_{зк}; \quad (13)$$

$$M_{зк} = 9,8 \cdot 714 \cdot 0,7744 \cdot 0,1 \approx 542 \text{ Нм.}$$

Вращающий момент, необходимый для преодоления сил трения в подвижных элементах загрузочного конвейера, можно определить только экспериментальным путём. Для расчёта цепного загрузочного конвейера примем его равным 20% от момента, необходимого для преодоления силы

тяжести пшеницы, то есть 108 Нм . Общий вращающий момент привода загрузочного конвейера $M_{\Sigma зк} = 542 + 108 = 650 \text{ Нм}$.

Ёмкость верхнего бункера должна быть кратна объёму между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, заполняемому зерном, $V_б = 6,74 \text{ м}^3$. Если объём верхнего бункера будет слишком большим, увеличивается нагрузка на каркас. Если объём верхнего бункера будет слишком малым, увеличивается количество ходов тележки для загрузки пространства между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, следовательно, время загрузки зерна. Увеличение времени загрузки зерна нежелательно, поскольку цепной привод внешних цилиндров общий на все внешние цилиндры. В период выгрузки или загрузки зерна все внешние цилиндры не вращаются, что может оказать влияние на процесс сушки. Примем расчётный объём верхнего бункера $V_{б} = \frac{V_б}{5} = 1,348 \approx 1,4 \text{ м}^3$. Поскольку наибольшая объёмная масса пшеницы, её масса в верхнем бункере является приемлемой:

$$m_{нб} = 1,348 \cdot 850 = 1145 \text{ кг.}$$

Загрузка пространства между внешним цилиндром и внутренним цилиндром будет происходить за пять ходов тележки (см. рис. 1). Время первого заполнения верхнего бункера не будем учитывать, так как его производят до начала загрузки зерна во внешний цилиндр. Суммарное время заполнения верхнего бункера не будет превышать время заполнения зерном объёма между внешним цилиндром и внутренним цилиндром, если бы дозатор

с загрузочным конвейером заполняли этот объём непосредственно, то есть $\tau_{з\delta} < \tau_{з\delta} = 73,5$ с. С учётом неизбежных пауз при пуске и остановке дозатора с загрузочным конвейером примем чистое суммарное время четырёхкратного заполнения верхнего бункера $\tau_{з\delta} = 72$ с. Соответственно однократное заполнение верхнего бункера происходит за 18 секунд.

Заполненный верхний бункер перемещается (на рис. 1). В период перемещения верхнего бункера зерно заполняет пространство между внешним цилиндром и внутренним цилиндром. После этого верхний бункер перемещается в исходное положение для следующей загрузки. Из конструктивной компоновки путь верхнего бункера $s_{з\delta} = 8,2$ м. Скорость перемещения верхнего бункера не должна быть высокой по трём причинам. Во-первых, если скорость будет высокой, возникнут необоснованные затраты энергии на ускорение тележки с верхним бункером, заполненным зерном. Во-вторых, для остановки тележки потребуются дополнительные устройства в связи с большой её инерцией. В-третьих, возможны потери зерна при загрузке его во внешний цилиндр. Поэтому примем скорость тележки с верхним бункером $v_{з\delta} = 0,5$ м/с. Тогда время одного перемещения верхнего бункера из исходного положения и обратно:

$$\tau_{з\delta} = \frac{2 \cdot s_{з\delta}}{v_{з\delta}}; \tau_{з\delta} = \frac{2 \cdot 8,2}{0,5} = 32,8 \text{ с.} \quad (14)$$

Примем $\tau_{з\delta} = 33$ с. Первое перемещение верхнего бункера не учитываем, так как его можно совершить до начала загрузки зерна во внешний цилиндр. Тогда общее чистое время загрузки зерна во внешний цилиндр:

$$\tau_{\Sigma з\delta} = \tau_{з\delta} + 4,5\tau_{з\delta}; \quad (15)$$

$$\tau_{\Sigma з\delta} = 72 + 4,5 \cdot 33 = 220,5 \text{ с} \approx 3,7 \text{ мин.}$$

Перемещение тележки с верхним бункером происходит за счёт сцепления зубчатых колёс те-

лежки с рейкой [5]. Из конструктивной компоновки радиус начальной окружности зубчатого колеса $r_{з\kappa} = 120$ мм = 0,12 м. Его угловая скорость:

$$\omega_{з\kappa} = \frac{v_{з\delta}}{r_{з\kappa}}; \omega_{з\kappa} = \frac{0,5}{0,12} = 4,17 \text{ рад/с.} \quad (16)$$

Масса тележки с верхним бункером $m_{м+з\delta} \approx 200$ кг. Общая перемещаемая масса тележки, верхнего бункера и пшеницы в верхнем бункере:

$$m_{\Sigma з\delta} = m_{м+з\delta} + m_{п\delta}; \quad (17)$$

$$m_{\Sigma з\delta} = 200 + 1145 = 1345 \text{ кг.}$$

Тележка перемещается по балке каркаса [5]. Нормальная реакция балки каркаса:

$$N_{\delta\kappa} = gm_{\Sigma з\delta};$$

$$N_{\delta\kappa} = 9,8 \cdot 1345 = 13181 \text{ Н.} \quad (18)$$

Примем коэффициент трения качения, с учётом потерь на сцепление зубчатых колёс тележки с рейкой и на сопротивление зерна, $f = 0,2$. Сила противодействия перемещению тележки:

$$F_{м\delta\kappa} = fN_{\delta\kappa}; \quad (19)$$

$$F_{м\delta\kappa} = 0,2 \cdot 13181 = 2636 \text{ Н.}$$

Необходимый вращающий момент для перемещения тележки с верхним бункером, наполненным пшеницей,

$$M_{з\delta} = F_{м\delta\kappa} r_{з\kappa}; \quad (20)$$

$$M_{з\delta} = 2636 \cdot 0,12 \approx 316 \text{ Нм.}$$

Вывод. В результате анализа взаимодействия высушиваемого сыпучего материала с элементами универсальной полуавтоматической роторной сушилки выявлены кинематические, динамические и энергетические параметры элементов конструкции, осуществляющих загрузку.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Атаназевич В. И. Сушка зерна. М. : Агропромиздат, 1989. 240 с. ISBN 5-10-000534-3.
2. Муштаев В. И., Ульянов В. М. Сушка дисперсных материалов : монография. М. : Химия, 1988. 352 с. ISBN 5-7245-0074-4.
3. Муштаев В. И., Ульянов В. М., Тимонин А. С. Сушка в условиях пневмотранспорта : монография. М. : Химия, 1984. 232 с.
4. Баум А. Е., Резчиков В. А. Сушка зерна : монография. М. : Колос, 1983. 223 с.
5. Пат. 2631586 Российская Федерация, МПК F26B 15/04 (2006.01), F26B 20/00 (2006.01) Полуавтоматическая роторная сушилка / В. А. Николаев ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2016123868; заявл. 15.06.2016; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 27. 2 с.

References

1. Atanazevich V. I. Sushka zerna. M. : Agropromizdat, 1989. 240 s. ISBN 5-10-000534-3.
2. Mushtaev V. I., Ulyanov V. M. Sushka dispersnykh materialov : monografija. M. : Himija, 1988. 352 s. ISBN 5-7245-0074-4.

3. Mushtaev V. I., Ul'yanov V. M., Timonin A. S. Sushka v uslovijah pnevmotransporta : monografija. M. : Himija, 1984. 232 s.

4. Baum A. E., Rezchikov V. A. Sushka zerna : monografija. M. : Kolos, 1983. 223 s.

5. Pat. 2631586 Rossijskaja Federacija, МРК F26B 15/04 (2006.01), F26B 20/00 (2006.01) Poluavtomaticheskaja rotnaja sushilka / V. A. Nikolaev ; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Jaroslavskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija». № 2016123868; zajavl. 15.06.2016; opubl. 25.09.2017, Bjul. № 27. 2 s.

Сведения об авторе

Владимир Анатольевич Николаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 8865-0397.

Information about the author

Vladimir A. Nikolaev – Doctor of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 8865-0397.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2022 ГОДУ
ВЫШЛА МОНОГРАФИЯ**

В. В. ШМИГЕЛЬ, Н. Ю. МАХАЕВА, А. С. УГЛОВСКИЙ

**ССОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ СЕМЯН ОВСА
НА РЕШЕТАХ С КРУГЛЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ
В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

В монографии рассматриваются проблемы сепарации семян овса в электростатическом поле на решётах с круглыми отверстиями. Рассматриваются вопросы теории, методики исследований, результаты исследований, экономическое обоснование на уровне 2022 года. Приводится разработанная установка для сепарации овса в электростатическом поле, результаты оптимизации её работы и технико-экономические показатели.

Для студентов старших курсов, бакалавров, магистров, аспирантов, а также инженеров, агрономов и научных работников, занимающихся разработкой электрических сепараторов семян зерновых культур.

УДК 631.362; ББК 22.33; ISBN 978-5-98914-254-5; 144 СТР.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ
ПО АДРЕСУ:**

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

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Научная статья
 УДК 631.362.34:[621.85.052:62-189.2]
 doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.013

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СТАТКОМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Владимир Викторович Шмигель¹, Артем Сергеевич Угловский²

^{1, 2}Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия

¹v.shmigel@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-7265-831X

²a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID0000-0002-5678-4786

Реферат. В данной статье рассмотрена функциональная модель СТАТКОМ (статический синхронный компенсатор) и её применение в системе энергоснабжения. СТАТКОМ может обеспечивать как ёмкостную, так и индуктивную компенсацию, управлять своим выходным током в номинальном максимальном ёмкостном или индуктивном диапазоне независимо от величины напряжения системы переменного тока. Рассматриваются системы управления СТАТКОМ, предназначенные для сложных задач, таких как компенсация нелинейных нагрузок. Представлена конструкция системы управления при подключении СТАТКОМ к несимметричным электрическим сетям (активного и активно-индуктивного характера). В программе Simulink представлено несколько функциональных блоков управления СТАТКОМ, который также известен как управляемый преобразователь источника напряжения (VSC), основанный на использовании пропорционально-интегральных (ПИ) регуляторов. Проведён анализ алгоритма работы системы электроснабжения с напряжением сети 500 кВ и включения различных потребителей.

Ключевые слова: СТАТКОМ, реактивная мощность, ёмкостная компенсация, индуктивная компенсация, нелинейная нагрузка, несимметричная электрическая сеть

SIMULATION OF POWER FACTOR CORRECTION UNIT STATCOM IN ELECTRIC POWER SYSTEM

Vladimir V. Shmigel¹, Artem S. Uglovskiy²

^{1, 2}Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

¹v.shmigel@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-7265-831X

²a.uglovskii@yarcx.ru, ORCID0000-0002-5678-4786

Abstract. This article presents the functional model of STATCOM (static synchronous compensator) and its application in the power supply system. STATCOM can provide both capacitive and inductive compensation, control its output current in the rated maximum capacitive or inductive range regardless of the voltage value of the AC system. STATCOM control systems designed for complex tasks such as nonlinear load compensation are considered. The design of the control system when connecting STATCOM to asymmetric electric networks (active and active-inductive) is presented. The Simulink program presents several functional control units of STATCOM, which is also known as the controlled voltage source converter (VSC), based on the use of proportional-integral (PI) regulators. An analysis of the algorithm of operation of the power supply system with a network voltage of 500 kV and inclusion of various consumers was carried out.

Keywords: STATCOM, reactive power, capacitive compensation, inductive compensation, nonlinear load, asymmetric electric network

Введение. Стабильность напряжения сети играет важную роль для обеспечения работы энергосистемы при возникновении больших помех и неисправностей. Роль СТАТКОМ заключается в решении проблем, таких как провал или скачок напряжения, которые обычно возникают в энергосистеме в условиях высокого и низкого напряжения.

Для уменьшения влияния переходной устойчивости и колебаний, создаваемых в энергосистемах во время и после отказов, в системе используются контроллеры гибких систем передачи переменного тока (FACTS) и стабилизаторы энергосистемы. Контроллеры FACTS способны эффективно управлять состоянием сети, и эту функцию FACTS можно использовать для улучшения стабильности напряжения, устойчивого состояния и переходной стабильности сложной энергосистемы. Это позволяет увеличить использование существующей сети ближе к её тепловой нагрузочной способности и таким образом избежать необходимости строительства новых линий электропередачи. В данной статье для исследования используются модели векторных типов SVC (инвертор с питанием от источника напряжения) и СТАТКОМ.

Статический синхронный компенсатор – это шунтирующее устройство семейства гибких систем передачи переменного тока, использующее силовую электронику для управления потоком мощности и повышения устойчивости к переходным процессам в электрических сетях. СТАТКОМ регулирует напряжение на своих выводах, контролируя количество реактивной мощности, вводимой в энергосистему или потребляемой ею.

При низком напряжении в системе СТАТКОМ генерирует реактивную мощность (ёмкостный СТАТКОМ). Когда напряжение в системе высокое, он уменьшает реактивную мощность (индуктивный СТАТКОМ) [1; 2].

Изменение реактивной мощности выполняется с помощью преобразователя напряжения (VSC), подключённого на вторичной стороне трансформатора связи. VSC использует силовые электронные устройства с принудительной коммутацией (GTO, IGBT или IGCT).

Цель данной статьи – рассмотреть системы управления СТАТКОМ, предназначенные для сложных задач, таких как компенсация нелинейных нагрузок; провести моделирование системы управления при подключении СТАТКОМ к несимметричным электрическим сетям (активный и активно-индуктивный характер).

СТАТКОМ – это устройство компенсации реактивной мощности (Q), которое шунтируется с системами передачи и распределения переменного тока. Базовая топология основана на преобразователях источника напряжения, где новые топологии состоят из коммутационных устройств, в то время как последние СТАТКОМ включают переключатели с линейной коммутацией, такие как тиристоры. СТАТКОМ, способный генерировать или поглощать реактивную мощность для компенсации линии передачи, расположен между генераторами и нагрузкой [1–3]. Этот принцип ра-

боты СТАТКОМ позволяет ему действовать и как источнику, и как нагрузке для линии передачи. Кроме того, СТАТКОМ могут заменить статические компенсаторы VAr (SVC) в распределительных системах [1; 3].

Методика. Для моделирования устройства компенсации реактивной мощности используется библиотека SimPowerSystems. Программа позволяет устанавливать различные параметры содержащихся в ней блоков электротехнических элементов: трансформаторов, ЛЭП, асинхронных двигателей, СТАТКОМ, преобразователей и т.д. Для измерения токов используется подключаемый в разрыв проводника (линии) блок измерителя, сигнал с которого поступает на осциллограф (дисплей библиотеки Simulink).

Результаты исследования. СТАТКОМ может повысить качество электроэнергии, выполнив несколько компенсаций, таких как динамическое регулирование напряжения, демпфирование колебаний линии электропередачи, обеспечение стабильности во время переходных процессов, контроль скачков напряжения, а также контроль активной и реактивной мощности (PQ) в системах передачи и распределения. Это достигается за счёт того, что СТАТКОМ использует VSC с переключателями питания, систему управления с обратной связью, которая контролирует состояние переключателей (включено – выключено), и выходные фильтры [3; 4].

Рассмотрим характеристики и принципы работы СТАТКОМ. На рисунке 1 показана система с двумя генераторами и линия передачи, в которой идеальный шунтирующий компенсатор подключён к середине линии. Генераторы имеют эквивалентное реактивное сопротивление X_{G1} и X_{G2} , линия передачи имеет эквивалентное реактивное сопротивление X_{dl} . Напряжения в точке общего соединения (PCC) генераторов задаются как $V1 \angle \delta1$ и $V2 \angle \delta2$. Шунтирующий компенсатор, подключённый в середине линии, представляет собой источник напряжения, который непрерывно контролируется до VSC $\angle \delta SC$. На рисунке 2 представлены векторные диаграммы системы передачи с шунтирующим компенсатором, где предполагается, что $\delta1 = +\delta / 2$, а $\delta2 = -\delta / 2$.

Разности фаз показывают, что ток I_{1-SC} течёт от первого генератора к линии, в то время как I_{SC-2} течёт от линии ко второму генератору. Вектор I_{SC} – это производный ток, протекающий через шунтирующий конденсатор, где он перпендикулярен V_{sc} , как показано на рисунке 2а. Это означает, что компенсатор не обменивается активной мощностью (P) с линией. В этом случае компенсатор имеет только реактивную мощность на своих соединениях. Следовательно, мощность, передаваемая от $V1$ к $V2$, может быть рассчитана как

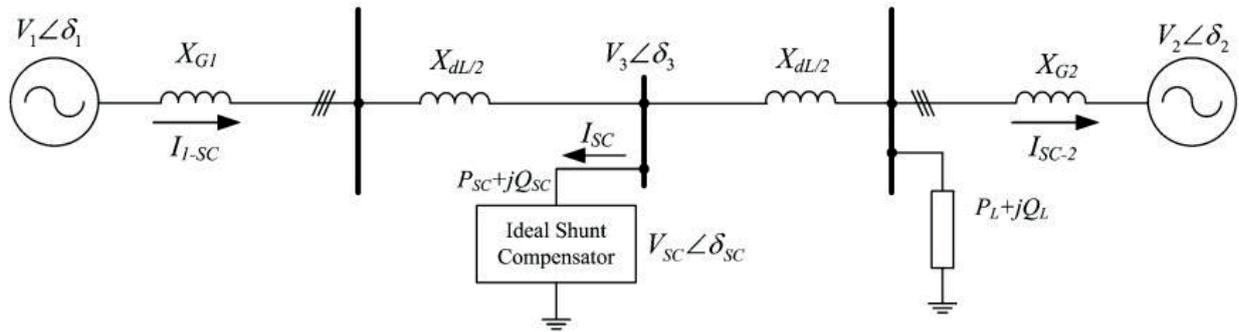
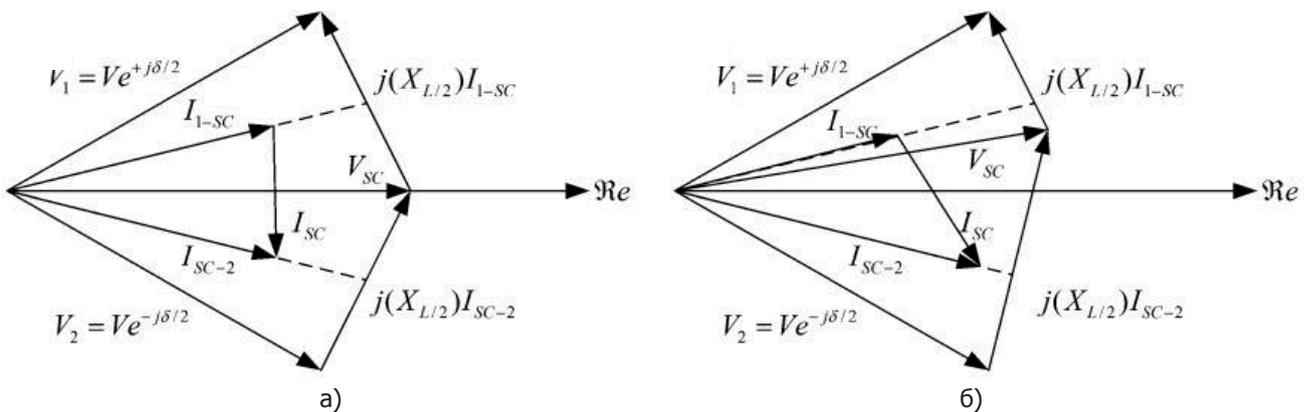


Рисунок 1 – Подключение идеального шунтирующего компенсатора к линии передачи



а) компенсация активной мощности; б) компенсация реактивной и активной мощности.

Рисунок 2 – Векторная диаграмма поперечной компенсации

$$P_1 = \frac{2V^2}{X_L} \sin\left(\frac{\delta}{2}\right), \quad (1)$$

где P_1 – активная мощность, подаваемая V_1 ; V – векторная сумма источников V_1 и V_2 . В случае, если какой-либо компенсатор не был включён в систему, передаваемая мощность выражается следующим образом:

$$P_1 = \frac{V^2}{X_L} \sin(\delta), \quad (2)$$

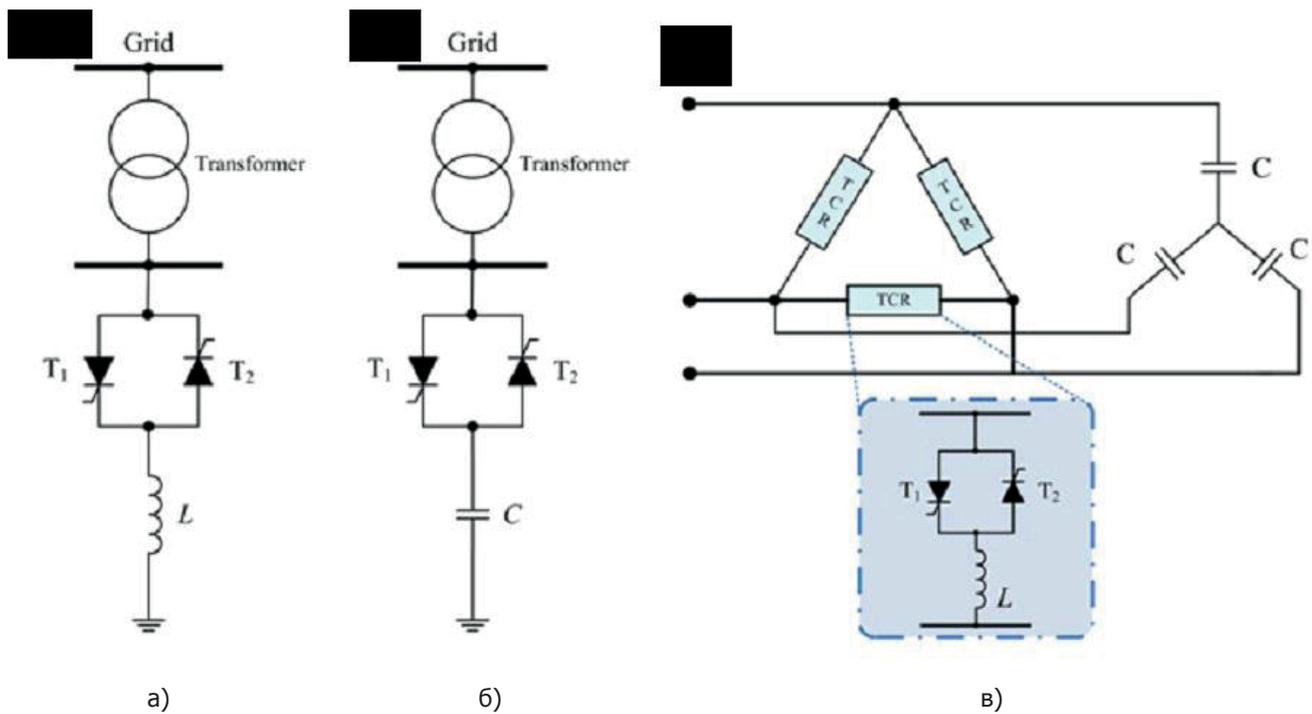
откуда видно, что компенсатор увеличивает способность управления мощностью линии передачи, поскольку $2\sin(\delta/2)$ даёт более высокое значение, чем $\sin(\delta)$ в диапазоне $[0, 2\pi]$. В случае, если фазовые углы V_1 и V_2 отличаются от $\delta/2$, то мощность, протекающая через источники, имеет компоненты активной и реактивной мощности, как показано на рисунке 2б. В этой ситуации шунтирующий компенсатор благодаря своей структуре, основанной на силовой электронике, может использоваться для регулировки активной или реактивной мощности. Кроме того, структура устройства также меняется в зависимости от требований компенсации

активной или реактивной мощности, поскольку они различаются по элементам накопления энергии [1]. Тип подключения и устройство переключения компенсаторов имеют несколько различных рабочих характеристик.

Топологии на основе тиристоров подразделяются на две основные группы: тиристоры с самокоммутацией и с принудительной коммутацией. Тиристоры с самокоммутацией подразумевают классификацию GTO, запираемый тиристор. Тиристоры с принудительной коммутацией – тиристоры с гарантированным малым временем выключения, подразделяются на интегрированный затвор-коммутируемый тиристор (IGCT), с МОП-управлением (MCT). Также в принудительную коммутацию входят биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) [1; 2].

На рисунке 3 изображены устройства FACTS на основе тиристоров.

СТАТКОМ работает как шунтирующий SVC (регулируемый статический компенсатор реактивной мощности) для регулировки напряжения системы переменного тока, управляя ёмкостным или индуктивным выходным током. На рисунке 4 представ-



а) – реактор с тиристорным управлением; б) – конденсатор с тиристорным переключением; в) – 6-импульсный статический компенсатор VAR.

Рисунок 3 – Устройства FACTS на основе тиристор

лена вольт-амперная характеристика режима работы СТАТКОМ, когда он выполняет индуктивную или ёмкостную компенсацию относительно своего линейного тока. Кроме того, характеристика V-I показывает, что СТАТКОМ может обеспечивать ёмкостную или индуктивную мощность даже при очень низких напряжениях (например, 0,15 о.е.).

Преобразователи, используемые в топологиях СТАТКОМ, классифицируются в соответствии с их многоимпульсной или многоуровневой структурой. Многоимпульсные преобразователи переключаются на линейную частоту, состоят из устройств с линейной коммутацией. В случае прямого (бес-трансформаторного) подключения СТАТКОМа к

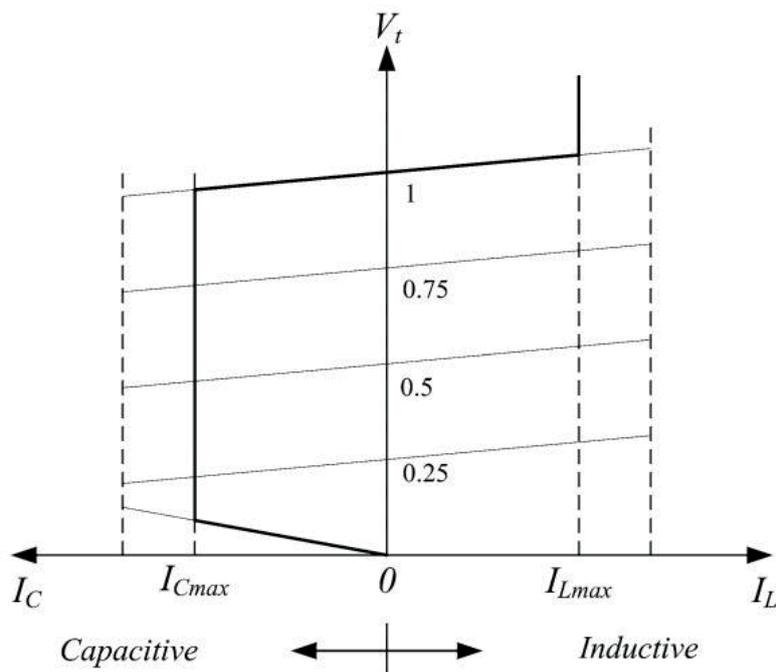


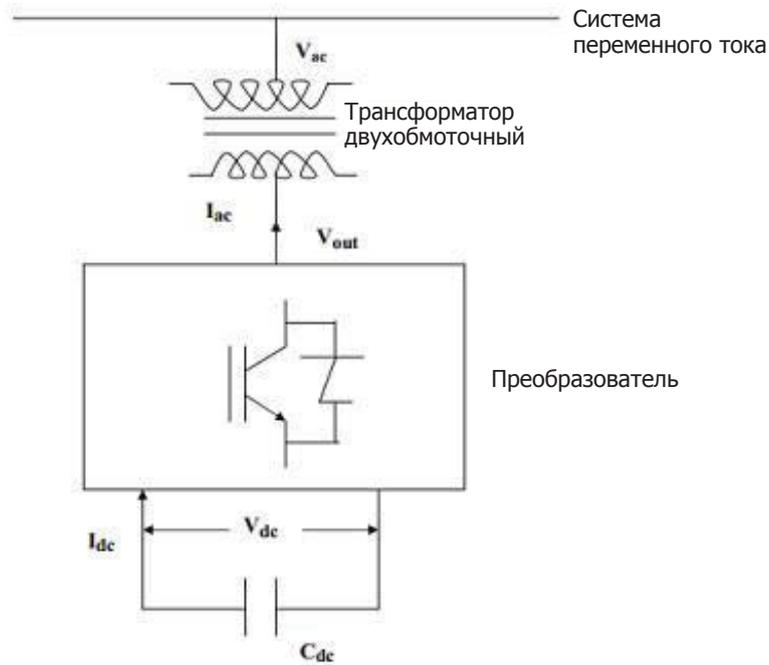
Рисунок 4 – Типичная вольт-амперная характеристика СТАТКОМ

Моделирование устройства компенсации реактивной мощности СТАТКОМ в электроэнергетической системе

сетям среднего класса напряжения применяются многоуровневые преобразователи, один из них – преобразователь на основе H-мостов [1].

На рисунке 5 показана функциональная модель СТАТКОМ.

Принцип работы модели (рис. 5) следующий: если амплитуда напряжения (V_{ac}) линейной шины уменьшается ниже выходного напряжения СТАТКОМ V_{out} , ток течёт через реактивное сопротивление от преобразователя к системе переменного тока



V_{ac} – напряжение на шине; I_{ac} – ток, подаваемый СТАТКОМ; V_{out} – выходное напряжение VSC; V_{dc} – напряжение постоянного тока на стороне конденсатора.

Рисунок 5 – Функциональная модель СТАТКОМ

тока, и преобразователь генерирует реактивную ёмкостную мощность для системы переменного тока. Если амплитуда V_{out} уменьшается ниже напряжения на шине электросети, ток течёт из системы переменного тока в преобразователь, и преобразователь поглощает реактивную индуктивную мощность из системы переменного тока. Обмен

реактивной мощности становится равным нулю, если V_{out} равен напряжению системы переменного тока, и в этом случае говорят, что СТАТКОМ находится в «плавающем» состоянии.

Величину переменного тока I_{ac} для данной модели можно рассчитать с помощью следующего уравнения:

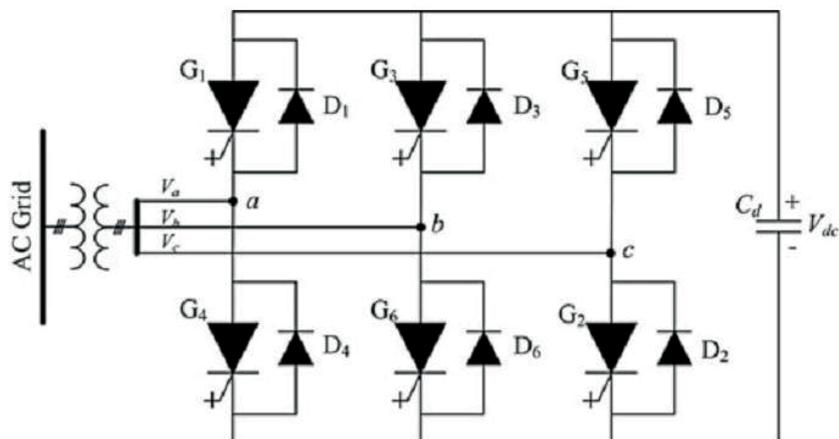


Рисунок 6 – Базовый 6-импульсный двухуровневый СТАТКОМ VSC

$$I_{ac} = \frac{V_{out} - V_{ac}}{X}, \quad (3)$$

где V_{out} и V_{ac} – значения выходного напряжения преобразователя и напряжения системы переменного тока соответственно; X – реактивное сопротивление утечки трансформатора связи.

Соответствующая передаваемая реактивная мощность P_Q может быть выражена следующим уравнением:

$$P_Q = \frac{(V_{out})^2 - V_{out} V_{ac} \cdot \cos\alpha}{X}, \quad (4)$$

где α – угол между V_{out} и V_{ac} .

Количество обмениваемой реальной мощности в установившемся режиме обычно невелико. Значит, угол α тоже мал. Реальный обмен мощностью между VSC и системой переменного тока P_R можно рассчитать с помощью следующего уравнения:

$$P_R = \frac{(V_{out})V_{ac} \sin\alpha}{X}. \quad (5)$$

Данные формулы характеризуют работу СТАТКОМ, режим генерации тока любой фазы относительно напряжения сети, регулирования выходного напряжения СТАТКОМ за счёт изменения реактивной мощности, потреблённой или выданной в сеть.

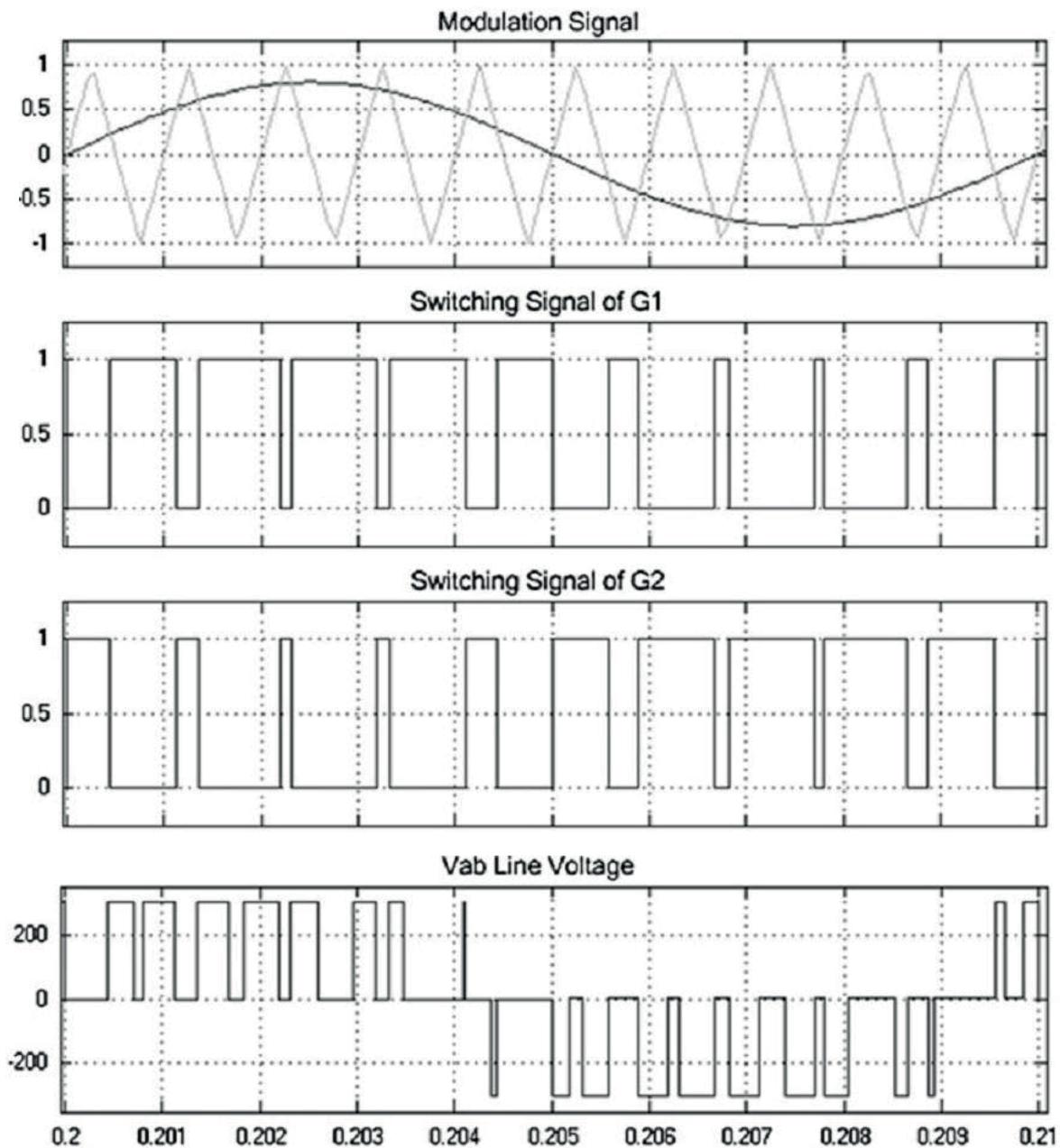


Рисунок 7 – Выходное линейное напряжение VSC, работающего при последовательности проводимости 120°

В Simulink предварительные модели СТАТКОМ основаны на многоимпульсных преобразователях по своим меньшим потерям и меньшего содержания гармоник. Топологии многоимпульсных преобразователей состоят из нескольких 6-импульсных схем VSC, которые также известны как трёхуровневые VSC.

Базовый блок СТАТКОМ VSC в конфигурации 6-импульсного двухуровневого режима (рис. 6) состоит из шести GTO и антипараллельных диодов, а также могут использоваться несколько других самокоммутируемых устройств, таких как IGBT, МСТ или IGCT. GTO – это переключающие устройства системы, в которой преобразователь может генерировать сбалансированное трёхфазное выходное напряжение переменного тока из конденсатора постоянного тока. Частота выходного напряжения регулируется частотой модуляции тиристорными ключами GTO [3; 5].

VSC может работать с последовательностями переключения 120° или 180°, что позволяет выполнять соответственно два или три переключения в любое время. Рисунок 7 иллюстрирует последовательность переключения; сигналы, генерируемые и подаваемые на переключатели G_1 и G_4 , и выходное линейное напряжение v_{ab} на каждой оси. Линейное напряжение v_{ab} может быть выражено рядом Фурье как:

$$v_{ab} = a_0 + \sum_{h=1}^{\infty} a_h \cos(h\omega t) + \sum_{h=1}^{\infty} b_h \sin(h\omega t), \quad (6)$$

где a_0 – коэффициент постоянной составляющей сигнала, равный амплитуде основной гармоники напряжения сети; a_h, b_h – коэффициенты реальной и мнимой части h -й гармоники при преобразовании Фурье внутри рассматриваемого окна; ω – частота; t – время.

Коэффициенты a_0, a_h и b_h можно определить, рассматривая один основной период v_{ab} . Среднее напряжение рассчитывается как $a_0 = 0$, поскольку форма волны v_{ab} симметрична. С другой стороны, коэффициент b_h имеет нечётно-волновую симметрию [3].

$$b_h = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} U_{dc} \sin(h\omega t) d(\omega t),$$

$$b_h = \frac{2}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} U_{dc} \sin(h\omega t) d(\omega t) = \frac{4U_{dc}}{\pi h} \cos(h\alpha).$$

$$v_{ab} = \sum_{h=1,3,5}^{\infty} \frac{4U_{dc}}{\pi h} \cos(h\alpha) \sin(h\omega t). \quad (7)$$

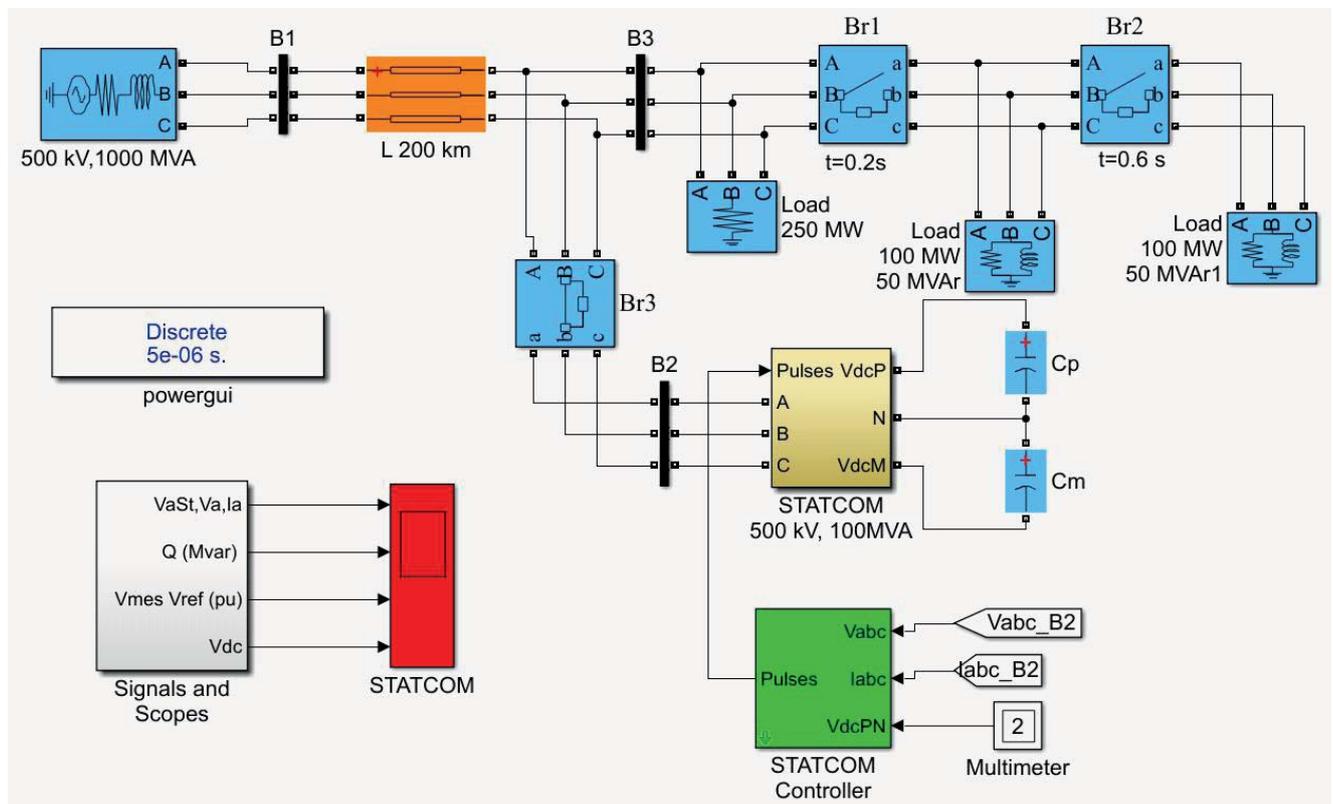
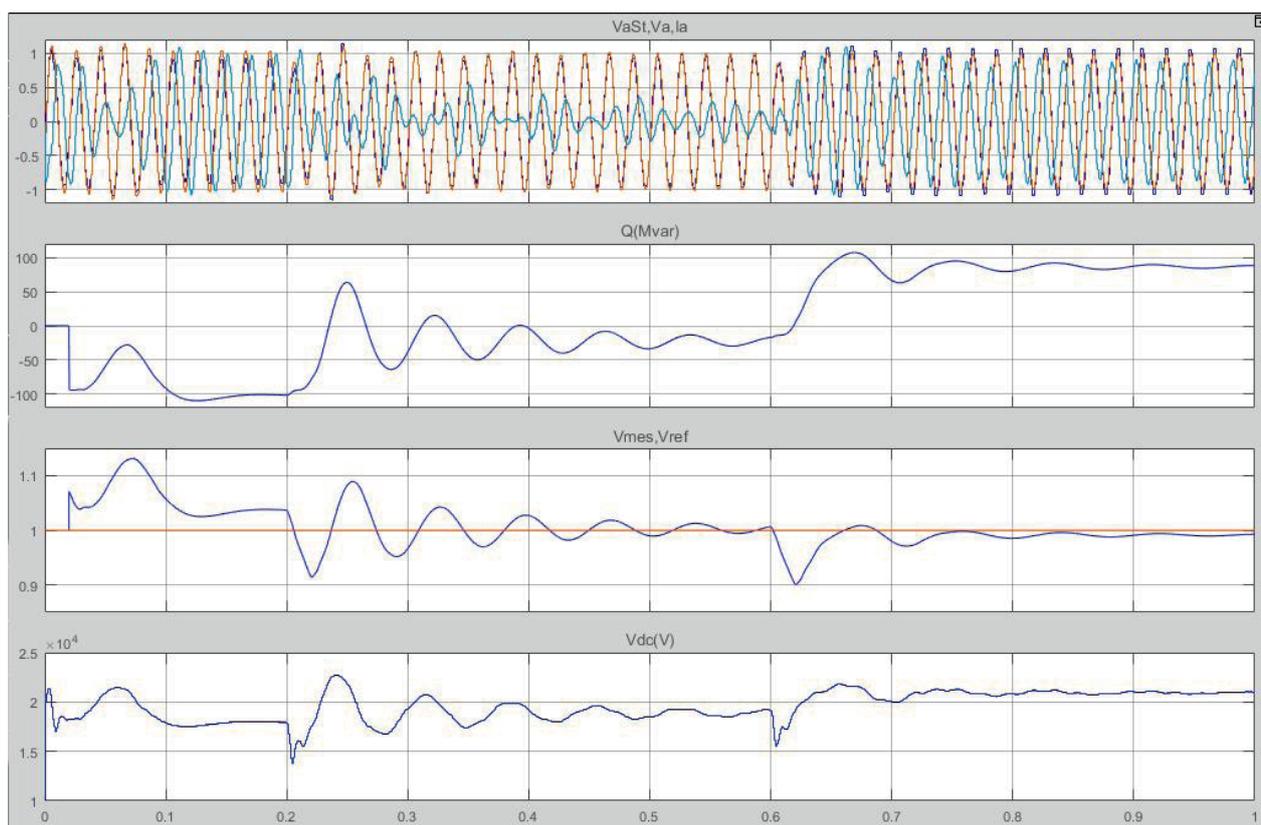


Рисунок 8 – Модель СТАТКОМ с четырьмя 3-уровневыми инверторами



V_{aSt} – ЭДС; V_a , I_a – выходное напряжение и ток; Q – реактивная мощность; V_{mes} и V_{ref} – измеренные и заданные напряжения в PCC; V_{dc} – напряжение на конденсаторе.

Рисунок 9 – Результаты моделирования несимметричной нагрузки. Характеристики СТАТКОМ

Тройные гармоники в сетевом напряжении будут равны нулю, когда угол переключения установлен на $\alpha = 30^\circ$. Также видно, что гармонические составляющие преобразователя находятся в порядках $(6n \pm 1) \cdot f_o$, где f_o – основная частота сетевого напряжения, $n = 1, 2, 3, \dots$. Очевидно, что порядок гармоник 6-импульсного VSC – это 5-й, 7-й, 11-й, 13-й, ... и так далее, что является непрактичным для энергосистем. Чтобы справиться с этой проблемой, увеличенные уровни импульсов, такие как 12-импульсный, 24-импульсный и 48-импульсный, достигаются путём объединения основных 6-импульсных VSC вместе.

Проведём анализ системы электроснабжения с подключением СТАТКОМ. Модель СТАТКОМ с четырьмя 3-уровневыми инверторами показана на рисунке 8. Напряжение сети составляет 500 кВ, нагрузка разделена на 3 группы: 2 нагрузки по 100 МВт включаются за счёт выключателей Br_1 и Br_2 и одна нагрузка на 250 МВт. Коммутация силовых цепей СТАТКОМ осуществляется через выключатель Br_3 .

Выключатель Br_1 замыкается при $t = 0,2$ с, а Br_2 – при $t = 0,6$ с. С помощью осциллографа «СТАТКОМ» можно наблюдать внутреннюю ЭДС СТАТКОМ (V_{aSt}), его выходное напряжение и ток (V_a , I_a), его реактивную мощность Q , измеренные

(V_{mes}) и заданные (V_{ref}) напряжения в PCC (точка общего подключения), а также напряжение на конденсаторе (V_{dc}) (рис. 9).

Как видно из рисунка 9, система управления компенсатора выявила параметры тока сети и задавала определённый ток в фазах, который произвёл компенсацию реактивной мощности (снижение амплитуды напряжения) и несимметричной составляющей, что можно увидеть на осциллограммах при подключении СТАТКОМ. Повышение Q сопровождается увеличением V_{dc} . Видно, что величины V_a , I_a почти синусоидальны.

Выводы. Таким образом, статические компенсаторы реактивной мощности СТАТКОМ в системе электроснабжения осуществляют регулирование активной и реактивной мощности в широком диапазоне. Это позволяет производить выбор оптимальных режимов работы данной системы с целью снижения потерь электрической энергии при её передаче. Моделирование в программе Simulink показало, что подключение СТАТКОМ к несимметричным электрическим сетям (активного и активно-индуктивного характера) обеспечивает стабилизацию напряжения в наиболее проблемных узлах системы электроснабжения и регулировку требуемых параметров в этих узлах в соответствии с нормативными документами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Mokhtari Ahmed, Gherbi Fatima Z., Mokhtar Cherif, Kerrouche Kamel D. E., Aimer Ameer F. Study, analysis and simulation of static compensator D – STATKOM for distribution system of electric power // Leonardo Journal of Science. 2014. Is. 25. P. 117–130. ISSN 1583-0233.
2. Пешков М. В. Разработка и исследование системы управления статическим компенсатором реактивной мощности типа СТАТКОМ для электроэнергетических систем : специальность 05.14.02 «Электростанции и электроэнергетические системы», 05.09.12 «Силовая электроника» : дисс. ... канд. техн. наук / Пешков Максим Валерьевич ; филиал ОАО «НТЦ электроэнергетики» – «ВНИИЭ». М., 2009. 159 с.
3. Ramesh G. B., Pruthviraja L. Applications of D-STATKOM for Power Quality Improvement in Distribution System // International Journal of Current Engineering and Technology. 2016. Vol. 6, № 1. P. 5–12. ISSN 2347-5161.
4. Марикин А. Н., Кузьмин С. В., Виноградов С. А. Применение преобразования Парка – Горева для управления статическим компенсатором реактивной мощности тяговой сети переменного тока // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2013. № 2 (50). С. 47–54. ISSN 0201-727X.
5. Суд Виджей К. HVDC and FACTS Controllers: применение статических преобразователей в энергетических системах : монография. М. : Научно-инженерное информационное агентство, 2009. 299 с. ISBN 978-5-903564-01-9.

References

1. Mokhtari Ahmed, Gherbi Fatima Z., Mokhtar Cherif, Kerrouche Kamel D. E., Aimer Ameer F. Study, analysis and simulation of static compensator D – STATKOM for distribution system of electric power // Leonardo Journal of Science. 2014. Is. 25. P. 117–130. ISSN 1583-0233.
2. Peshkov M. V. Razrabotka i issledovanie sistemy upravlenija staticheskim kompensatorom reaktivnoj moshhnosti tipa STATKOM dlja jelektrojenergeticheskikh sistem : special'nosti 05.14.02 «Jelektrostantsii i jelektrojenergeticheskie sistemy», 05.09.12 «Silovaja jelektronika» : diss. ... kand. tehn. nauk / Peshkov Maksim Valer'evich ; filial OAO «NTC jelektrojenergetiki» – «VNIIJe». M., 2009. 159 s.
3. Ramesh G. B., Pruthviraja L. Applications of D-STATKOM for Power Quality Improvement in Distribution System // International Journal of Current Engineering and Technology. 2016. Vol. 6, № 1. P. 5–12. ISSN 2347-5161.
4. Marikin A. N., Kuz'min S. V., Vinogradov S. A. Primenenie preobrazovanija Parka – Goreva dlja upravlenija staticheskim kompensatorom reaktivnoj moshhnosti t'jagovoj seti peremennogo tokaj // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija. 2013. № 2 (50). S. 47–54. ISSN 0201-727X.
5. Sud Vidzhej K. HVDC and FACTS Controllers: primenenie staticheskikh preobrazovatelej v jenergeticheskikh sistemah : monografija. M. : Nauchno-inzhenernoe informacionnoe agentstvo, 2009. 299 s. ISBN 978-5-903564-01-9.

Сведения об авторах

Владимир Викторович Шмигель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 5673-4145.

Артем Сергеевич Угловский – кандидат технических наук, доцент кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3717-5731.

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 Agricultural Academy", spin-code: 5673-4145.

Artem S. Uglovskiy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 3717-5731.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 338.436.33
doi:10.35694/YARCX.2022.59.3.014

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ АГРОБИЗНЕСА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вера Витальевна Жолудева¹, Илья Андреевич Балыков², Иван Алексеевич Хотько³
^{1, 2, 3}Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия
¹jvv6434@gmail.com, ORCID 0000-0001-9194-6659

Реферат. Российский рынок удобрений является одним из наиболее развивающихся направлений АПК. В статье рассмотрена деятельность предприятия в сфере торговли удобрениями, так как их использование позволяет значительно увеличивать качество и количество получаемого урожая, что, в конечном счёте, положительно сказывается на продовольственной безопасности государства. Проведён подробный анализ рынка удобрений в Российской Федерации, а также ситуации в сфере предложения удобрений в Ярославской области. На основе методов математико-статистического моделирования проведена оценка эффективности деятельности предприятия – объекта исследования. Были построены трендовые модели с целью прогнозирования объёмов продаж и прибыли предприятия и разработана игровая модель определения оптимального снабжения в условиях неопределённости и риска. По результатам проведённого исследования сделаны выводы и рекомендации руководству фирмы.

Ключевые слова: предприятие агробизнеса, моделирование, эффективность деятельности, оптимизация, трендовая модель

BUSINESS PERFORMANCE REVIEW OF AN AGRIBUSINESS ENTERPRISE BY MATHEMATICAL MODELING METHODS

Vera V. Zholudeva¹, Ilya A. Balykov², Ivan A. Khotko³
^{1, 2, 3}Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia
¹jvv6434@gmail.com, ORCID 0000-0001-9194-6659

Abstract. The Russian fertilizer market is one of the most developing areas of the agro-industrial complex. The article considers the activities of the enterprise in the field of fertilizer trade, since their use allows a significant increase in the quality and quantity of the yield received which, ultimately, has a positive effect on the national food security. A detailed analysis of the fertilizer market in the Russian Federation was carried out, as well as the situation in the field of fertilizer supply in the Yaroslavl region. Based on the methods of mathematical and statistical modeling, the business performance review of the enterprise – the object of research was assessed. Trend models were built to predict the volume of sales and profit of the enterprise and a game model was developed to determine the optimal supply in conditions of uncertainty and risk. Based on the results of the study conclusions and recommendations were made to the management of the company.

Keywords: agribusiness enterprise, modeling, business performance, optimization, trend

Введение. Важность аграрного сектора для развития экономики безусловна. Являясь производителем товаров первичного потребления, агробизнес всегда имеет спрос.

Российский рынок удобрений является одним из наиболее развивающихся направлений АПК. В

связи с повышением численности населения и сокращением сельскохозяйственных земель сегодня существенно возрастает необходимость в увеличении объёмов урожая различных сельскохозяйственных культур, что во многом достигается именно за счёт использования удобрений.

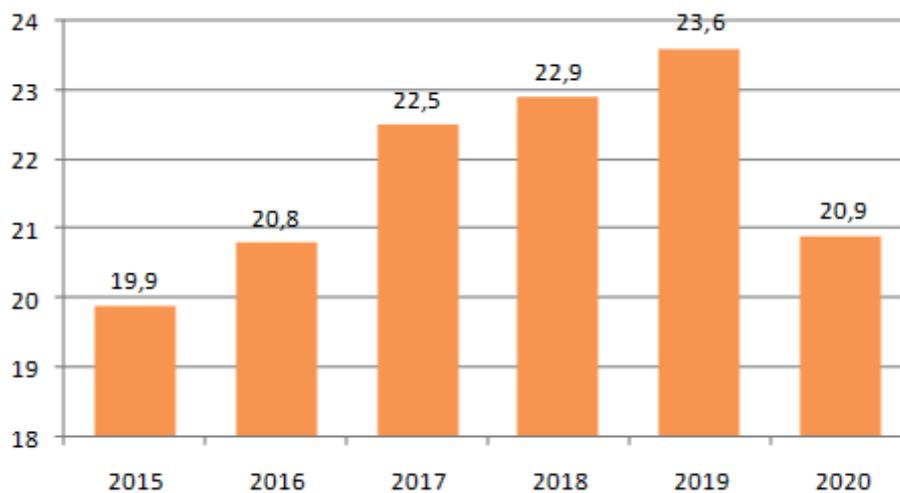
Сегодня большинство фермерских и крестьянских хозяйств в производственном цикле применяют различные виды агрохимической продукции – минеральные удобрения, химическую мелиорацию и средства защиты растений. Их использование позволяет значительно увеличивать качество и количество получаемого урожая, что, в конечном счёте, положительно сказывается на продовольственной безопасности государства.

Целью данного исследования является моделирование и оценка эффективности деятельности предприятия агробизнеса, работающего на рынке продажи удобрений.

Материалы и методы исследований. Информационной базой исследования являются дан-

ные Росстата, Ярославльстата (Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области).

Результаты исследований. Надо отметить, что отечественная отрасль минеральных удобрений была ориентирована на экспорт – более 70% производимой в стране подобной продукции отправлялась за границу и лишь 30% – на внутренний рынок. Данный факт стал во многом возможен благодаря высокому спросу на российские удобрения, а также девальвации рубля, приведшей к повышению конкурентоспособности отечественной продукции. Благодаря этому Россия не только полностью обеспечивает себя агрохимией, но и входит в десятку государств, являющихся



Источник: составлено авторами

Рисунок 1 – Производство удобрений в Российской Федерации, млн тонн

крупнейшими поставщиками данного вида товара на мировые рынки.

В 2019 году российские предприятия вырабатывали в общей сложности 23,6 млн тонн минеральных удобрений в пересчёте на 100 процентов питательных веществ, что на 3,1% больше объёмов производства в 2018 году. Данный показатель стал рекордным за весь период развития агрохимической отрасли после распада СССР. В 2020 году произошёл спад производства минеральных удобрений практически на 13% [1].

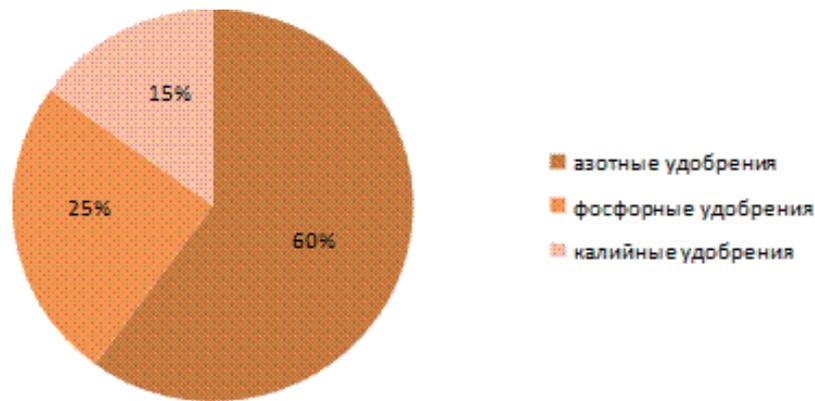
Что касается тенденций развития агробизнеса в сфере торговли удобрениями, надо отметить, что в мире наибольшим спросом пользуются азотные удобрения – около 60% потребления, примерно 20–25% приходится на фосфорные, 15–20% – на калийные.

Структура российского рынка в 2020 году отличается от общемировой: соотношение азотных, фосфорных и калийных удобрений в стране – 46/17/37%.

Лидерами российского рынка минеральных удобрений являются не более пяти компаний. Среди гигантов рынка можно выделить «Уралкалий», «Щелково Агрохим», «ФосАгро», «Щекино Азот». Минеральные удобрения в России выпускаются на более чем 20 крупных предприятиях. Ведущими игроками являются «ЕвроХим», «Уралхим», «Акрон», «ФосАгро», а также «Уралкалий» [2].

Основными потребителями удобрений в мире выступают густонаселённые Китай и Индия – на них приходится треть общего спроса. У этих стран самые большие возможности влияния на общемировые цены, причём зачастую для этого используются дискриминационные пошлины (в КНР, например, ставка на ввоз удобрений составляет 50%). В пятёрку крупнейших потребителей входили также США, Европа и Бразилия.

Производство удобрений ещё более монополизировано: на долю пяти крупнейших производителей – Китая, США, Индии, России и Канады



Источник: составлено авторами

Рисунок 2 – Структура мирового агробизнеса в сфере торговли удобрениями



Источник: составлено авторами

Рисунок 3 – Структура российского агробизнеса в сфере торговли удобрениями

приходится порядка 60% всего объема выпускаемой агрохимии.

В 2020 году предложение на рынке удобрений в ЦФО РФ насчитывало чуть более 400 объектов [3].

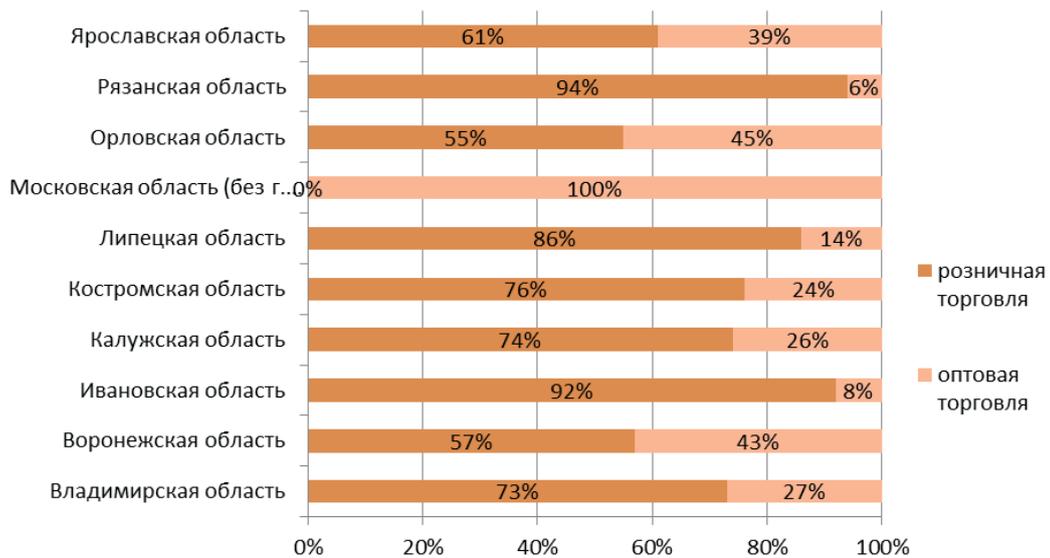
Структура по видам торговли (розничная, оптовая и сетевая) представлена на рисунке 4.

Наибольшее количество торговых предприятий в сфере удобрений в ЦФО сосредоточено в областях, расположенных на юге Центрального

Таблица 1 – Перечень организаций, реализующих удобрения в ЦФО РФ

№ п/п	Субъект ЦФО РФ	Количество организаций на рынке торговли удобрениями
1	Владимирская область	37
2	Воронежская область	54
3	Ивановская область	38
4	Калужская область	34
5	Костромская область	32
6	Липецкая область	58
7	Московская область (без г. Москвы)	9
8	Орловская область	22
9	Рязанская область	50
10	Ярославская область	76

Источник: составлено авторами



Источник: составлено авторами

Рисунок 4 – Структура организаций в сфере торговли удобрениями по видам торговли

федерального округа. Это связано с тем, что в Центральном федеральном округе наибольшая доля внесения удобрений приходится на Белгородскую область – 40% от всего объёма удобрений в данном федеральном округе. Далее следует Воронежская область – 18%. Замыкает тройку лидирующих субъектов Липецкая область – 11% [3].

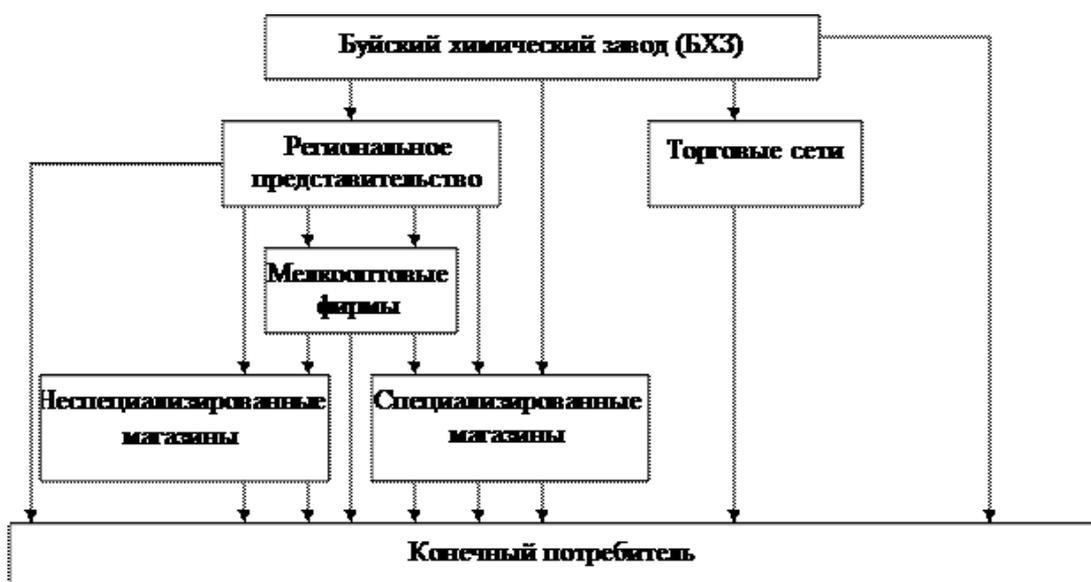
В данном исследовании на примере конкретного предприятия проведено моделирование его хозяйственной и финансовой деятельности с применением методов математико-статистического моделирования.

Объектом исследования является ООО «Агро-Хим». Основным источником получения продукции

(удобрений) для продажи данного предприятия является Буйский химический завод (Костромская область). Это предприятие способно обеспечить полным ассортиментом удобрений в промышленном овощеводстве, садоводстве и декоративном растениеводстве. Реализация продукции осуществляется через региональное представительство и торговые сети.

На рисунке 5 представлена функциональная модель взаимодействия субъектов и объектов агросферы.

Торговые сети, имеющие партнёрские отношения с БХЗ: МаксидоМ, Аксон (Ярославль), Атак (Ярославль), Leroy Merlin (Ярославль), Ашан (Яро-



Источник: составлено авторами

Рисунок 5 – Функциональная модель взаимодействия субъектов и объектов агросферы

славль), OBI, Castorama. Продуктовые магазины в сезон продающие удобрения: Высшая лига (БХЗ), Дикси, Пятерочка, Магнит, Карусель, Лента.

Исследуемая торговая агрохимическая фирма функционирует на рынке с 2016 года. Основным видом деятельности ООО «Агро-Хим» является розничная и оптовая торговля удобрениями и агрохимическими продуктами. На предприятии в качестве предложения представлены следующие агрохимические продукты: почвенные грунты, удобрения, мелиоранты и рассадные кассеты.

Количество клиентов ООО «Агро-Хим» в разрезе муниципальных образований представлено в таблице 2 [4].

В 2020 году доля компании составляла 0,0154% рынка торговли удобрениями и агрохимическими продуктами в России (рис. 6).

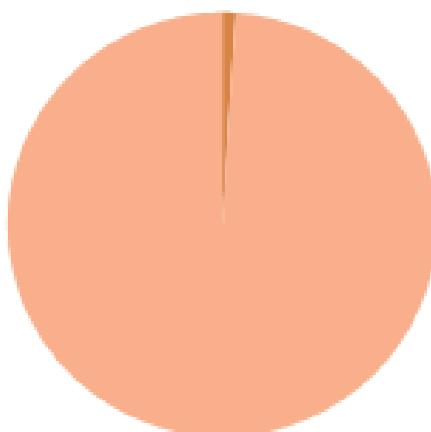
Финансовые показатели, характеризующие деятельность фирмы представлены в таблице 3.

Для предприятия ООО «Агро-Хим» по данным объёмов чистой прибыли построены трендовые модели прогнозирования выручки от продажи

Таблица 2 – Количество клиентов ООО «Агро-Хим» в разрезе муниципальных образований

№	Муниципальный район	Количество клиентов	Примечание
1	Большесельский	1	–
2	Борисоглебский	1	–
3	Брейтовский	0	Дорогие транспортные услуги
4	Гаврилов-Ямский	1	–
5	Даниловский	1	Самовывоз
6	Любимский	0	Ближе БХЗ, чем ООО «Агро-Хим»
7	Мышкинский	0	–
8	Некоузский	0	–
9	Некрасовский	2	–
10	Первомайский	0	–
11	Переславский	2	–
12	Пошехонский	0	Клиент ООО «Агро-Хим» торгует в этом районе
13	Ростовский	4	–
14	Рыбинский	32	–
15	Тутаевский	5	–
16	Угличский	6	–
17	г. Ярославль	51	–

Источник: составлено авторами



Источник: составлено авторами

Рисунок 6 – Доля ООО «Агро-Хим» на рынке торговли удобрениями и агрохимическими продуктами в России

Таблица 3 – Показатели финансовой деятельности предприятия ООО «Агро-Хим»

Показатель	Год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Выручка, млн руб.	12,8	31,4	75,8	83,1	69,3
Чистая прибыль, млн руб.	0,8	2,4	8,4	7,6	3,9

продукции, проведено прогнозирование с использованием Excel [5]. Построенные модели были проверены на адекватность и точность. В результате лучшей признана линейная модель. Рассчитанные точечные прогнозы по построенной модели показывают, что в ближайшие 3 года будет сохраняться возрастающая тенденция объёма выручки предприятия ООО «Агро-Хим». Выручка по сравнению с 2020 годом по прогнозам возрастёт примерно в два раза.

На основе методов линейного программирования для оценки эффективности деятельности предприятия ООО «Агро-Хим» была построена иг-

ровая модель определения оптимального снабжения в условиях неопределённости и риска.

Фирма ООО «Агро-Хим» реализует продукцию четырёх видов: почвенные грунты, удобрения, мелиоранты и рассадные кассеты.

Исходя из данных таблицы 4, определим среднемесячную прибыль от реализации продукции и издержки (потери) от отсутствия спроса и хранения продукции.

Формулировка задачи. Исходя из наличия средств и ассортиментного минимума, принято решение закупить для магазина Q единиц товара, из всего ассортиментного набора данной товарной

Таблица 4 – Данные для моделирования

Показатель	Наименование товара			
	Удобрения	Почвенные грунты	Мелиоранты	Рассадные кассеты
Доход от реализации, c_j , руб.	318	114	78	172
Издержки, d_j , руб.	37	24	36	10

группы. При неизвестном спросе на товары требуется определить количество товаров каждого наименования, которые целесообразно завезти в магазин. При этом известно, что если товар j будет пользоваться спросом, то от реализации единицы товара магазин получит доход в размере c_{ij} , в противном случае издержки составят d_{ij} .

Моделью такого экономического столкновения является игра, в которой, с одной стороны, выступает игрок А – фирма, с другой стороны – спрос населения, «природа» – игрок В.

Каждая из сторон имеет n стратегий: стратегия A_i – стратегия на завоз i -го наименования товара, B_j – спрос на j -й товар. Цель магазина – максимизировать доход при любом поведении покупателя.

Построим платёжную матрицу:

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	318	-37	-37	-37
A_2	-24	114	-24	-24
A_3	-36	-36	78	-36
A_4	-10	-10	-10	172

Исходная платёжная матрица содержит отрицательные элементы. Для решения задачи методами линейного программирования (ЛП) необходимо, чтобы матрица состояла из положительных элементов. Для этого прибавим к каждому элементу платёжной матрицы число $M = 50$.

Получим матрицу:

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	368	13	13	13
A_2	26	164	26	26
A_3	14	14	128	14
A_4	40	40	40	222

Введём переменные $x_i = \frac{P_i}{V}$ и, используя соотношение, получим модель

$$z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \rightarrow \min$$

при ограничениях:

$$368x_1 + 26x_2 + 14x_3 + 40x_4 \geq 1,$$

$$13x_1 + 164x_2 + 14x_3 + 40x_4 \geq 1,$$

$$13x_1 + 26x_2 + 128x_3 + 40x_4 \geq 1,$$

$$13x_1 + 26x_2 + 14x_3 + 222x_4 \geq 1.$$

Решив данную задачу ЛП с использованием программного пакета Excel, получим следующие значения неизвестных:

$$x_1^* = 0,0027,$$

$$x_2^* = 0,0046,$$

$$x_3^* = 0,0051,$$

$$x_4^* = 0,0032.$$

Оптимальное значение целевой функции $F^* = 0,015583$. Тогда оптимальная цена игры

$$v^* = \frac{1}{F^*} = 64,2.$$

Вычислим оптимальные вероятности использования чистых стратегий игрока А, т.е. смешанную стратегию магазина по формулам

$$p_i^* = x_i^* \cdot v^*.$$

Итак, $p_1^* = 0,17$; $p_2^* = 0,31$; $p_3^* = 0,32$; $p_4^* = 0,20$. Смешанная стратегия – $S^* = (0,159; 0,139; 0,556; 0,146)$, где p_i^* показывают доли от имеющейся суммы денег, которые следует израсходовать на покупку каждого вида ассортиментного

набора. Так как мы предварительно увеличили все элементы платёжной матрицы на величину $M = 50$, то для вычисления истинной цены игры необходимо из оптимальной цены вычесть $M = 50$. Таким образом, истинная цена игры равна $v = 14,2$. Это означает, что при оптимальном варианте снабжения товарами доход магазина будет не ниже гарантированного дохода, который будет равен 14 рублей с единицы проданной продукции независимо от колебания спроса покупателей (т.е. в условиях риска).

Выводы. Проведённое исследование позволяет сделать следующие рекомендации руководству ООО «Агро-Хим»: более половины имеющейся для закупки продукции денежной суммы необходимо тратить на приобретение мелиорантов (примерно 56%), на приобретение оставшихся трёх видов продукции должно тратиться примерно одинаковое количество денег (15%). Это позволит компании гарантировать получение 14 рублей от продажи единицы продукции независимо от спроса.

Список источников

1. Волкова А. В. Рынок минеральных удобрений-2019. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/Рынок%20минеральных%20удобрений-2019> (дата обращения: 03.02.2022).
2. Рынок минеральных удобрений в России: тенденции и прогноз развития. URL: <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (дата обращения: 04.02.2022).
3. Магазины средств защиты растений и удобрений. URL: https://yaroslavl.zoon.ru/shops/type/sredstva_zaschity_rastenij_i_udobreniya; <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (дата обращения: 04.03.2022).
4. Удобрения в Ярославле – обзор компаний, адреса, сайты. URL: <https://www.tovaryplus.ru/76004/catalog/18/103/10718/udobreniya.htm>; https://yaroslavl.zoon.ru/shops/type/sredstva_zaschity_rastenij_i_udobreniya; <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (дата обращения: 04.03.2022).
5. Жолудева В. В., Уткин Е. В. Моделирование и оптимизация деятельности автотранспортного предприятия // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 3 (51). С. 84–87. ISSN 1998-1635.

References

1. Volkova A. V. Rynok mineral'nyh udobrenij-2019. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/Rynok%20mineral'nyh%20udobrenij-2019> (data obrashhenija: 03.02.2022).
2. Rynok mineral'nyh udobrenij v Rossii: tendencii i prognoz razvitiya. URL: <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (data obrashhenija: 04.02.2022).
3. Magaziny sredstv zashhity rastenij i udobrenij. URL: https://yaroslavl.zoon.ru/shops/type/sredstva_zaschity_rastenij_i_udobreniya; <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (data obrashhenija: 04.03.2022).
4. Udobrenija v Jaroslavle – obzor kompanij, adresa, sajty. URL: <https://www.tovaryplus.ru/76004/catalog/18/103/10718/udobreniya.htm>; https://yaroslavl.zoon.ru/shops/type/sredstva_zaschity_rastenij_i_udobreniya; <https://vvs-info.ru/unit/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-tendentsii-i-rognoz-razvitiya> (data obrashhenija: 04.03.2022).
5. Zholudeva V. V., Utkin E. V. Modelirovanie i optimizacija dejatel'nosti avtotransportnogo predpriyatija // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2020. № 3 (51). S. 84–87. ISSN 1998-1635.

Сведения об авторах

Вера Витальевна Жолудева – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spn-код: 2190-8887.

Илья Андреевич Балыков – обучающийся инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», theibaloff@gmail.com.

Иван Алексеевич Хотько – обучающийся инженерного факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», khotko.ivan@list.ru.

Information about the authors

Vera V. Zholudeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor of the of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 2190-8887.

Ilya A. Balykov – student of Faculty Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", theibaloff@gmail.com.

Ivan A. Khotko – student of Faculty Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", khotko.ivan@list.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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



А	Коровы, 34	Реактивная мощность, 95
Азот, 46	Коэффициент полезного	С
Активатор пищеварения, 34	действия, 54	Сельскохозяйственная
Аминокислоты, 46	Л	продукция, 54
Б	Линейная оценка, 22	Сельскохозяйственное
Биопрепарат, 5	Линия, 30	предприятие, 54
В	М	Скотоводство, 40
Валовой доход, 54	Машина для удаления	СТАТКОМ, 95
Влажность, 74	и погрузки тепличного	Т
Воспроизводительные	грунта, 65	Тёлки, 40
качества, 30	Моделирование, 104	Теплица, 65
Выход, 74	Морфологический и сортовой	Трендовая модель, 104
Г	состав, 40	Туша, 40
Гемолимфа, 46	Н	У
Густота стояния, 5	Нелинейная нагрузка, 95	Удаление тепличного грунта, 65
Д	Несимметричная электрическая	«Умное» предприятие, 54
Дикий северный олень, 10	сеть, 95	Устройство размещения
Динамические параметры, 88	О	семян, 82
Домашний северный олень, 10	Обработка клубней, 5	Ф
Ё	Оптимальное размещение семян	Фитофтороз, 5
Ёмкостная компенсация, 95	в почве, 82	Ц
Ж	Оптимизация, 104	Целая крупа, 74
Жвачка, 34	Отводки пчёл, 46	Ч
Жир, 46	П	Чёрно-пёстрая порода, 40
Жировое тело, 46	Перфорированная труба, 82	Численность, 10
З	Пищевое поведение, 34	Ш
Западная сибирь, 10	Площадь листьев, 5	Шелушение, 74
Зерно, 88	Полевая всхожесть, 5	Э
Зимовка, 46	Помеси с голштинами, 40	Экстерьер, 22
И	Популяция, 10	Элементы универсальной
Индексы телосложения, 22	Потребление кормов, 34	полуавтоматической роторной
Индуктивная компенсация, 95	Предприятие агробизнеса, 104	сушилки, 88
К	Продуктивность, 5, 30	Энергетические параметры, 88
Картофель, 5	Промеры экстерьера коров, 22	Энергоёмкость, 54, 65
Кинематические	Протравитель, 5	Энергосбережение, 54
параметры, 88	Пшенично-тритикалевая	Энергоэффективность, 54
Комбинированный агрегат	смесь, 74	Эффективность
обработки почвы и посева, 82	Р	деятельности, 104
Комбинированный укладчик, 65	Распространение, 10	Ярославская порода, 22, 30



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