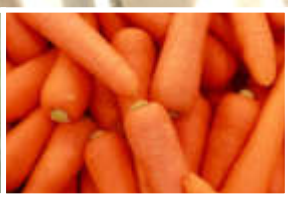
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1998-1635

№4 (64)
ДЕКАБРЬ
2023 г.

Вестник АПК Верхневолжья



В НОМЕРЕ

Агрохимическая оценка длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве

Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки

Функциональный комбикорм для кроликов с бифидогенным, антиоксидантным и иммуностимулирующим действиями: состав, технология приготовления, апробация

Оценка плодовой карьеры лошадей першеронской породы разной масти

Тяговый модуль с линейным асинхронным электроприводом для внутреннего монорельсового транспорта тепличных хозяйств

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ, КОЛЛЕГИ, ДРУЗЬЯ!

Сердечно поздравляем вас с наступающим Новым 2024 годом и Рождеством Христовым!

От всей души желаем вам крепкого здоровья, благополучия, мира, веры в свои силы, успехов, любви, новых научных идей и достижений! Редакция журнала благодарит всех наших авторов и читателей за поддержку и надеется на дальнейшее плодотворное сотрудничество в наступающем году.

С уважением и самыми тёплыми пожеланиями,
редакция журнала

ISSN 1998-1635

Вестник АПК Верхневолжья

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

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

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

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

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

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

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

Отпечатано в типографии редакционно-издательского отдела ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"

Адрес типографии:
Россия, 150042, Ярославль, Тутаевское шоссе, д. 58
Подписано в печать: 25 декабря 2023 г.
Дата выхода в свет 26.12.2023 г.,
время по графику: 15-00, время фактическое: 15-00
Тираж: 1000 экз. Цена свободная.

16+

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

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

ISSN 1998-1635 №4 (64) DECEMBER 2023

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

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

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

THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

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

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

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

Printed in printing house of publishing department of FSBEI HE "Yaroslavl SAU".
Printing house address: Russia, 150042, Yaroslavl, Tutaevskoe Shosse, 58
Passed for printing: 25.12.2023. ***Printed:*** 26.12.2023
Time planned: 15-00. ***Actual time:*** 15-00
Circulation: 1000 copies
Price is uncontrolled

16+

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

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

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№4 (64) ДЕКАБРЬ 2023 г.
ISSN 1998-1635

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Е. В. Чебыкина, Т. В. Таран, П. А. Котяк, М. А. Казнина Агрохимическая оценка длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве 5

В. В. Ивенин, А. В. Климова, О. В. Ашаева, А. С. Телегин Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Нижегородской области 14

А. М. Труфанов, Я. С. Романина, В. И. Дорохова, А. А. Лобанова Сравнительная эффективность различных по интенсивности технологий возделывания 22

Л. В. Трубачёва, О. И. Власова, Н. С. Коберник Влияние способов полива на урожайность сортов картофеля в условиях зоны неустойчивого увлажнения 29

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

В. И. Косилов, И. В. Миронова, Г. М. Долженкова, Р. М. Хабибуллин, З. А. Галиева Биоконверсия протеина и энергии корма в мясную продукцию тёлок разного генотипа 35

Е. А. Горнич, М. К. Чугреев, А. В. Коновалов Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки 41

М. К. Чугреев, М. А. Сенченко, Л. Э. Мельникова, Ю. А. Михайлова Функциональный комбикорм для кроликов с бифидогенным, антиоксидантным и иммуностимулирующим действиями: состав, технология приготовления, апробация 52

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

С. С. Маркин, С. А. Козлов, С. А. Зиновьева Оценка плодовой карьеры лошадей першеронской породы разной масти 64

С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих тип полиморфизма гена миостатина С/С 69

Н. С. Фураева, Е. А. Зверева, С. С. Воробьёва, В. П. Финогеев, Н. Г. Подгорнова Влияние генетических факторов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в ООО «Красный маяк» 74

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В. А. Николаев, И. В. Кряклина Оценка возможности попадания драже в отверстие перфорированной трубы 84

Р. Х. Кандроков, И. У. Кусова, В. А. Кирюшин, И. Н. Кривонос Реологические свойства отдельных потоков тритикалевой муки 92

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. П. Епифанов, Д. Б. Криль Методики расчёта интегральных характеристик низкоскоростного линейного асинхронного электропривода 99

А. П. Епифанов, Д. Б. Криль Тяговый модуль с линейным асинхронным электроприводом для внутреннего монорельсового транспорта тепличных хозяйств 104

ЭКОНОМИКА

А. В. Маклахов, Г. А. Симонов, В. В. Приятелев, Е. А. Марценюк, С. Г. Жестянников Анализ эффективности отрасли растениеводства АПК Вологодской области 111

В. В. Жолудева, В. С. Уткин Применение больших данных в АПК 119

Предметный указатель 124

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2023 125

© Вестник АПК Верхневолжья, 2023

Вестник АПК Верхневолжья

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№4 (64) DECEMBER 2023
ISSN 1998-1635

CONTENTS

FARMING AND CROP PRODUCTION

E. V. Chebykina, T. V. Taran, P. A. Kotyak, M. A. Kaznina Agrochemical Assessment of Long-term Use of Straw and Mineral Fertilizers on Soddy Podzolic Gleyic Soil 5
V. V. Ivenin, A. V. Klimova, O. V. Ashaeva, A. S. Telegin Yield and Grain Quality of Spring Wheat Varieties in the Conditions of the Nizhny Novgorod Region 14
A. M. Trufanov, Ya. S. Romanina, V. I. Dorokhova, A. A. Lobanova Comparative Efficiency of Different Cultivation Technologies in Terms of Intensity 22
L. V. Trubacheva, O. I. Vlasova, N. S. Kobernik Influence of Irrigation Methods on the Yield of Potato Varieties under Conditions of Instable Humidity Zone 29

VETERINARY SCIENCE AND ZOOTECHNICS

V. I. Kosilov, I. V. Mironova, **G. M. Dolzhenkova, R. M. Khabibullin, Z. A. Galieva** Bioconversion of Protein and Feed Energy into Meat Products of Heifers of Different Genotypes 34
E. A. Gornich, M. K. Chugreev, A. V. Konovalov A Method for Increasing the Fertility of Queen Bees and the Growth Intensity of Bee Colonies of the Central Russian Breed due to the Use of a New Stimulating Feed Additive 41
M. K. Chugreev, M. A. Senchenko, L. E. Melnikova, Yu. A. Mikhailova Functional Mixed Feed for Rabbits with Bifidogenic, Antioxidant and Immunostimulating Effects: Composition, Preparation Technology, Testing 52

BREEDING, SELECTION, GENETICS AND BIOTECHNOLOGY OF ANIMALS

S. S. Markin, S. A. Kozlov, S. A. Zinov'eva Evaluation of the Fertility Career of Percheron Horses of Different Coat Colors 64
S. A. Zinov'eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin Peculiarities of the Racing Career of Thoroughbred Breed Mares with Type C/C Myostatin Gene Polymorphism 69
N. S. Furaeva, E. A. Zvereva, S. S. Vorobyova, V. P. Finogeev, N. G. Podgornova The Influence of Genetic Factors on Milk Producing Ability and Reproductive Qualities of Holstein Cows in OOO "Krasny Mayak" 74

TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V. A. Nikolaev, I. V. Kryaklina Assessment of the Possibility of Getting Dragee into the Hole of a Perforated Pipe ..84
R. Kh. Kandrokov, I. U. Kusova, V. A. Kiryushin, I. N. Krivonos Rheological Properties of Individual Triticale Flour Streams 92

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

A. P. Epifanov, D. B. Kril The Calculation Methods of Integral Characteristics of a Low-Speed Linear Induction Electric Drive 99
A. P. Epifanov, D. B. Kril Traction Module with Linear Induction Electric Drive for Internal Monorail Transport of Greenhouse Facilities 104

ECONOMICS

A. V. Maklakhov, G. A. Simonov, V. V. Priyatelev, E. A. Martsenyuk, S. G. Zhestyannikov Efficiency Analysis of the Crop Production Industry of the Agro-Industrial Complex of the Vologda Region 111
V. V. Zholudeva, V. S. Utkin Application of Big Data in the Agro-Industrial Complex 119

Subject index 124
List of articles published in the journal during 2023 125

© Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region, 2023

Научная статья
УДК 631.872:631.45:631.445.2
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.001

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОЛОМЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЕ

Елена Владимировна Чебыкина[1], Татьяна Васильевна Таран[2], Полина Алексеевна Котяк[3], Марина Александровна Казнина[4]
[1, 2, 3, 4]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]e.chebykina@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-8189-5165
[2]t.taran@yarcx.ru
[3]p.kotyak@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-1344-3380
[4]kaznina@yarcx.ru

Реферат. В работе представлена агрохимическая оценка дерново-подзолистой глееватой почвы в агроландшафтах Ярославской области при многократном использовании соломы и минеральных удобрений как при раздельном, так и совместном их внесении. Экспериментальная работа проводилась в многолетнем трёхфакторном стационарном полевом опыте. Представлен анализ полученных на 28-й год после распашки многолетней залежи и закладки опыта экспериментальных данных по вариантам применения различных систем удобрения при отвальной системе обработки почвы и интегрированной системе защиты растений от сорняков. За 28-летний период наблюдений на дерново-подзолистой глееватой почве опытного участка произошло снижение количества подвижных форм фосфора, в зависимости от систем удобрения, на 26,6–72,0%, особенно в первые годы исследований. Причиной этому послужило действие вносимых удобрений при отвальной системе обработки почвы и интегрированной системе защиты растений от сорняков, а также вынос элементов с урожаем культурных растений. Содержание обменного калия было довольно стабильным. Наибольшие значения данных показателей отмечены на вариантах с внесением полного минерального удобрения как самостоятельно, так и совместно с соломой (P_2O_5: $У_5$ – 244, $У_6$ – 262 мг/кг почвы; K_2O: $У_5$ – 175, $У_6$ – 230 мг/кг почвы). Показатели кислотно-основного состояния почвы свидетельствуют о некотором увеличении обменной и гидролитической кислотности почвы по всем вариантам опыта в сравнении с данными до его закладки (от 6,13 в 1995 г. до 5,66–5,92 единиц pH_{kcl} в 2022 г.). Сумма поглощённых оснований значительно снизилась в первые годы проведения опыта и несколько стабилизировалась в последующие – на уровне 9,27–14,67 мг-экв./100 г почвы.

Ключевые слова: *залежь, пашня, системы удобрения, показатели плодородия, реакция среды, элементы питания*

AGROCHEMICAL ASSESSMENT OF LONG-TERM USE OF STRAW AND MINERAL FERTILIZERS ON SODDY PODZOLIC GLEYIC SOIL

Elena V. Chebykina[1], Tatyana V. Taran[2], Polina A. Kotyak[3], Marina A. Kaznina[4]
[1, 2, 3, 4]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]e.chebykina@yarcx.ru, ORCID 0000-0001-8189-5165
[2]t.taran@yarcx.ru
[3]p.kotyak@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-1344-3380
[4]kaznina@yarcx.ru

Abstract. The article presents an agrochemical assessment of soddy podzolic gleyic soil in agricultural landscapes of the Yaroslavl region when straw and mineral fertilizers are repeatedly used both with separate and joint application. Experimental work was carried out in long-term three-factor stationary field test. Analysis of the experimental data obtained for the 28th year after plowing of the long-term fallow and trial establishment of experimental data on the use options of various fertilizer systems in the moldboard tillage system and the integrated plant weed protection system is presented. Over the 28-year observation period on the soddy

podzolic gleyic soil of the experimental field there was a decrease in the amount of mobile forms of phosphorus depending on fertilizer systems by 26.6–72.0%, especially in the first years of research. The reason for this was the effect of the applied fertilizers during the moldboard tillage system and the integrated system of plant protection from weeds, as well as the removal of elements with the yield of cultivated plants. The exchangeable potassium percentage was quite stable. The highest values of these indicators were noted in the variants with the application of complete mineral fertilizer both independently and together with straw (P_2O_5: U_5 – 244, U_6 – 262 mg/kg of soil; K_2O: U_5 – 175, U_6 – 230 mg/kg of soil). The acid-base metabolism of the soil indicates a slight increase in the exchangeable and hydrolytic soil acidity for all test variants in comparison with the data before its trial establishment (from 6.13 in 1995 to 5.66–5.92 pHkcl units in 2022). The amount of absorbed bases decreased significantly in the first years of the experiment and somewhat stabilized in the subsequent years – at the level of 9.27–14.67 mgEq./100 g of soil.

Keywords: *fallow land, arable land, fertilizer systems, fertility indicators, medium reaction, nutrients*

Введение. Важнейшим фактором получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является плодородие почвы, которое определяется сочетанием агрофизических, агрохимических, биологических свойств. В естественных природных условиях плодородие почв мало изменяется, поддерживается благодаря ежегодному поступлению органической массы растительного опада и отпада в почву.

В пахотных почвах ежегодное отчуждение минеральных элементов с урожаями, обработка почвы заметно изменяют баланс элементов питания [1]. Средством поддержания бездефицитного или положительного баланса является применение минеральных и органических удобрений, что подтверждено многочисленными научными исследованиями и результатами производства [2; 3; 4].

Проведено большое число исследований по влиянию минеральных и органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы в различных почвенно-климатических условиях при интенсификации сельскохозяйственного производства [5; 6]. В связи с негативными изменениями в области экономической политики в сельском хозяйстве в период после 1990 г. часть окультуренных, ранее пахотных почв, перешла в состояние залежей, а в настоящее время вновь вводится в оборот. При этом повышается актуальность изучения вопросов – в каком направлении и как изменяются показатели плодородия постагрогенной почвы в период залежи и при её распашке и дальнейшем сельскохозяйственном использовании [7]. Как известно, распашка целинных и залежных почв провоцирует интенсивные процессы в ней, существенно влияющие на плодородие [8], однако характер изменений определяется многими факторами и требует уточнения в конкретных условиях производства.

В современных условиях хозяйствования при дефицитном уровне применения как минеральных, так и органических удобрений в России отмечается во всех регионах страны снижение уровня плодородия почв [9], что характерно и для пахотных почв Ярославской области. Несмотря на положительную динамику применения минеральных удобрений в последние годы, уровень их внесения в хозяйствах региона недостаточный и составил в 2022 г. 37,6 кг/га пашни. Особенно низкий уровень внесения органических удобрений – всего 2,8 т/га, что создаёт условия для дегумификации почв [10]. В данной ситуации повышается актуальность исследований в направлении использования различных нетрадиционных источников минеральных элементов и органического вещества, биологизированных систем земледелия, элементом которых является полное использование растительных остатков сельскохозяйственных культур, в том числе соломы зерновых культур.

Любые виды удобрений в почве подвергаются трансформации, направленность и интенсивность которой определятся прежде всего их составом и свойствами, почвенно-климатическими условиями. Оценка направленности и интенсивности их влияния на плодородие почвы позволяет оценить устойчивость почв при их длительном сельскохозяйственном использовании, прогнозировать возможные изменения почвенного плодородия, при этом особую ценность представляют результаты длительных опытов.

В данной работе представлена агрохимическая оценка дерново-подзолистой почвы при многократном использовании соломы и минеральных удобрений как при раздельном, так и совместном их внесении в период после распашки залежной окультуренной почвы.

Объекты и методы исследований. Экспериментальная работа проводилась в многолетнем трёхфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» (д. Бекренево Ярославского муниципального района) в 1995 году на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой глееватой почве на карбонатной морене, под руководством заведующего кафедрой земледелия, доктора сель-

скохозяйственных наук, профессора Б. А. Смирнова. Почва опытного участка сформировалась в пониженных элементах агроландшафта при поверхностном периодическом избыточном увлажнении, что обуславливает в целом неблагоприятный водно-воздушный режим, низкое плодородие, но при окультуривании и вовлечении в категорию пахотных почв может сформировать дополнительное количество растительной продукции.

Условия места проведения исследований, полная схема полевого стационарного трехфакторного опыта изложены ранее [11].

В данной работе представлен анализ экспериментальных данных по вариантам применения различных систем удобрения при отвальной системе обработки почвы и интегрированной системе защиты растений от сорняков, полученных на 28-й год после распашки многолетней залежи и закладки опыта. Изучаемые варианты систем удобрения: без удобрений, «$У_1$»; азотные удобрения в норме 30 кг д.в., «$У_2$»; солома в норме 3 т/га, «$У_3$»; солома в норме 3 т/га + азотные удобрения в норме 30 кг д.в., «$У_4$»; солома в норме 3 т/га + NPK, «$У_5$»; NPK, «$У_6$».

Опыт проводился с чередованием полевых культур во времени: выращивались многолетние травы, однолетние травы, озимые зерновые (озимая рожь, озимая пшеница), яровые зерновые (ячмень, овёс, пшеница). В год исследований (2022 г.) выращивался овёс яровой сорта Кречет с подсевом многолетних трав. На вариантах с применением гербицида проводилась обработка гербицидом Агритокс (ВРК, 500 г/л) – 1,0 л/га.

В схеме опыта предусмотрено ежегодное внесение минеральных удобрений. Из форм минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, азофоску (NPK 16:16:16) и хлористый калий. Минеральные удобрения вносили в расчётных дозах на планируемую прибавку (100%) урожая культур. Под урожай овса с учётом многолетних трав норма внесения удобрений составила $N_{95}P_{80}K_{150}$. В 2021 году на вариантах с использованием соломы вносилась солома яровой пшеницы и заделывалась первыми обработками под овёс.

Для агрохимической оценки длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве определяли показатели в почвенных образцах, отобранных на всех вариантах систем удобрений из пахотного горизонта (0–20 см) в конце вегетации культур, которые анализировали следующими методами: содержание подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 54650-2011), обменная кислотность pH_{KCl} – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-2021), сумма поглощённых оснований – по методу Каппена (ГОСТ 27821-2020). Учёт урожайности яровой зерновой культуры осуществляли сплошным методом (поделяночно) с пересчётом на абсолютно чистую продукцию и стандартную влажность (зерна 14%). Статистическую обработку результатов исследования проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы DISANT, корреляционно-регрессионный анализ – с использованием программы STATISTICA.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований 2022 года и проведённых ранее показали, что введение залежной почвы в категорию пахотной и применение удобрений заметно отразилось на агрохимическом состоянии почвы.

Важными характеристиками физико-химических свойств почвы являются показатели кислотности почвенной среды и сумма обменных оснований, изменения которых через 27 лет проведения полевого опыта представлены на рисунках 1, 2, 3.

Перед закладкой опыта почва имела высокий уровень насыщенности основаниями для дерново-подзолистых почв, сложившийся в условиях окультуривания и залежного состояния – 22,15 мг-экв./100 г почвы (рис. 1). Распашка залежи и возделывание сельскохозяйственных культур способствовали значительному изменению данного показателя в первые годы – до 9,50–10,80 мг-экв./100 г почвы, в дальнейшем отмечалась некоторая стабилизация данного показателя на близком к этим значениям уровне. Обработка почвы, как известно, усиливает миграционные процессы по почвенному профилю, способствуя вымыванию катионов Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, что особенно проявляется при избыточном увлажнении. К 2022 году величина суммы поглощённых оснований по опыту находилась в интервале 9,27–14,67 мг-экв./100 г почвы, то есть снизилась в 1,51–2,39 раза, по сравнению с исходным значением, причём наибольшее уменьшение произошло на фоне применения азотных удобрений (вариант $У_2$).

К данному времени наибольший уровень показателя отмечен на вариантах повышенной удобренности почвы (варианты $У_5$ и $У_6$), где за годы исследований формировался наивысший урожай и, соответственно, в почве накапливалось большее количество пожнивно-корневых остатков [12]. Отмечена тенденция положительного влияния соломы на вариантах самостоятельного внесения (вариант $У_3$) и при совместном применении с минеральными удобрениями (вариант $У_5$).

Величину обменной и гидролитической кислотности считают одними из важных агрохимических показателей почвы, в значительной мере влияющих на её состояние и растения. Оптимальной считается близкая к нейтральной или нейтральная реакция среды, которая наиболее благоприятна

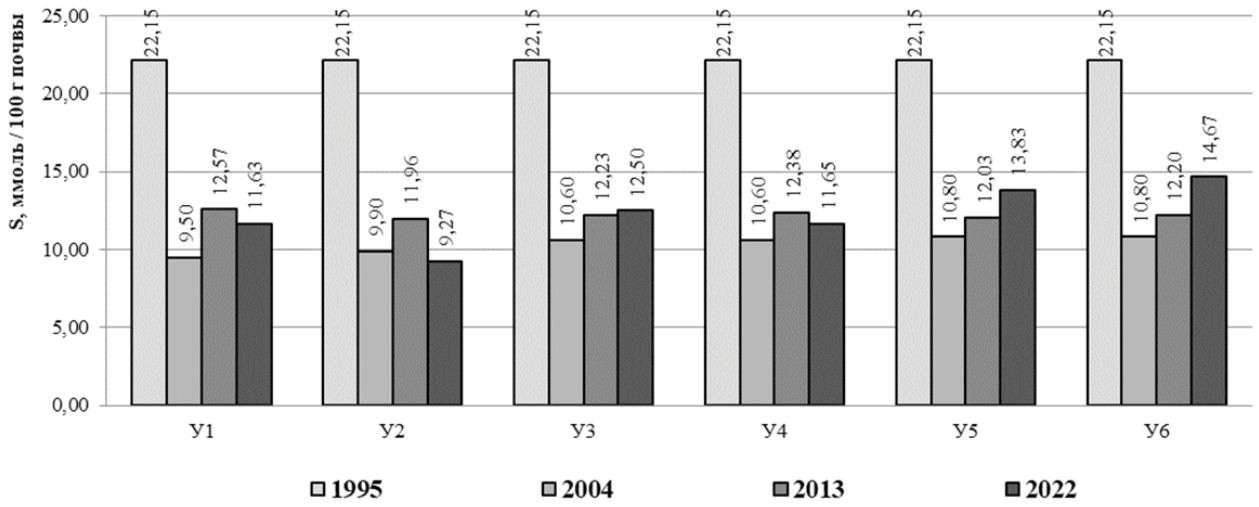


Рисунок 1 – Изменение суммы обменных оснований почвы в многолетнем опыте при разных системах удобрения, слой почвы 0–20 см, ммоль/100 г почвы

для роста и развития растений и деятельности полезных почвенных микроорганизмов, создаёт оптимальные условия минерального питания. Это довольно стабильный агрохимический показатель, имеющий более резкие колебания только при известковании почв.

Результаты наших исследований показали, что введение залежи в категорию пахотной почвы способствовало некоторому повышению как обменной (рис. 2), так и гидролитической кислотности почвы (рис. 3).

Применение различных систем удобрений не оказало существенного влияния на обменную и гидролитическую кислотности почвы, но можно отметить определённую тенденцию увеличения кислотности по всем вариантам опыта в сравнении с данными до его закладки.

Значение обменной кислотности, определяемой с использованием солевой вытяжки, изменилось от величины pH_{kcl} 6,13 до 5,66–5,92 единиц (рис. 2). Определённого характера изменения данного показателя по вариантам опыта не выявлено, но можно отметить подкисляющее действие азотных удобрений даже в небольшой дозе – N_{30} (варианты $У_2$, $У_4$). Подкисления почвы при применении полного минерального удобрения как отдельно, так и совместно с соломой, по сравнению с контрольным вариантом, не происходило (варианты $У_5$, $У_6$).

При рассмотрении изменения данного показателя в динамике можно отметить большее подкисление почвы по всем вариантам опыта в период от его закладки до 2013 года, а также более стабильные значения – на вариантах совместного применения соломы и минеральных удобрений (вариант $У_5$).

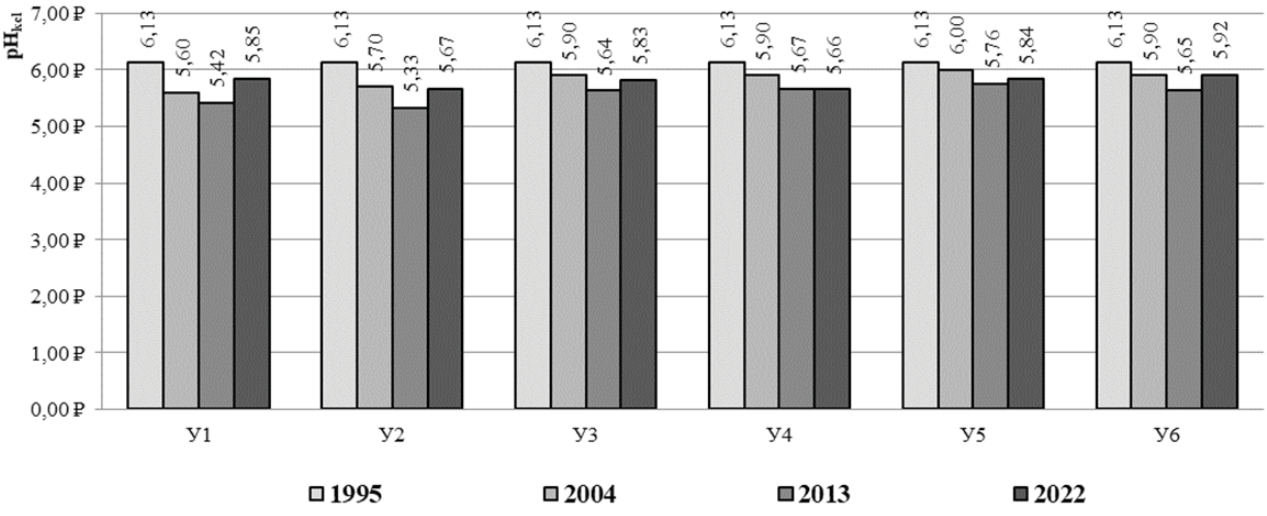


Рисунок 2 – Изменение обменной кислотности почвы в многолетнем опыте при разных системах удобрения, слой почвы 0–20 см, единицы pH_{kcl}

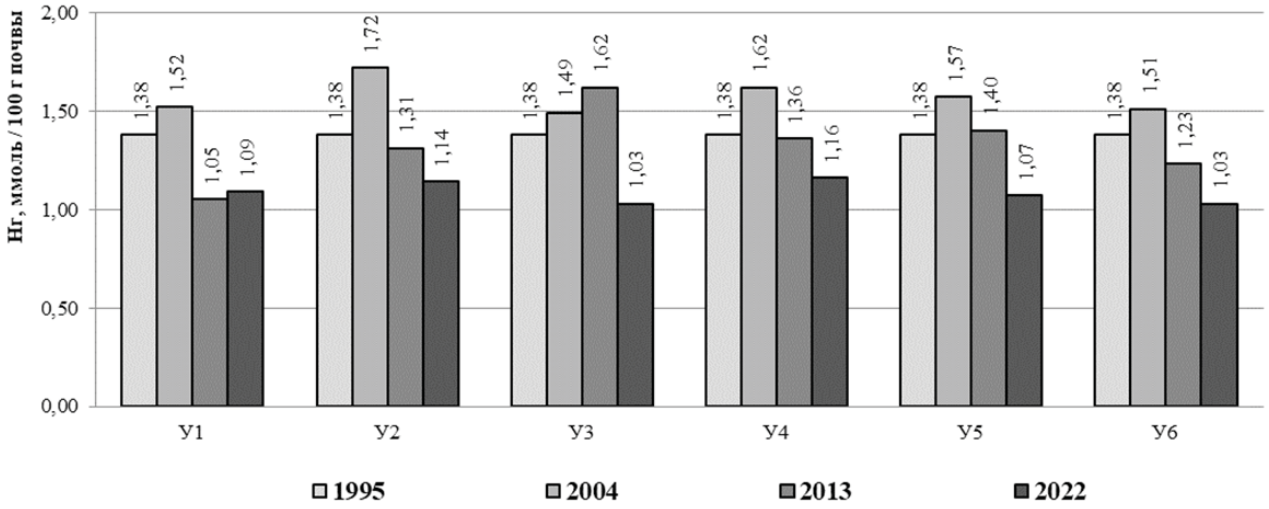


Рисунок 3 – Изменение гидролитической кислотности почвы в многолетнем опыте при разных системах удобрения, слой почвы 0–20 см, мг-экв./100 г почвы

Величина гидролитической кислотности к 2022 году несколько снизилась, в сравнении с первоначальным значением, от 1,38 до 1,03–1,16 мг-экв./100 г почвы, причём определённых тенденций в изменении показателя по вариантам опыта не отмечено (рис. 3).

Для данной почвы характерна исходная высокая степень насыщенности основаниями – 94,2%, которая несколько уменьшилась при проведении многолетнего опыта. Наибольшее снижение показателя наблюдалось на варианте применения азотных удобрений (вариант $У_2$) – до уровня 87,9%, в меньшей степени – на варианте применения полного минерального удобрения (вариант $У_6$) – до 93,5%.

Кислотно-основное состояние почвы обуславливает многие особенности поведения элементов в ней, особенно подвижных форм фосфора и калия. Удовлетворение потребности растений в фосфоре и калии – одно из главных условий формирования высокой урожайности, а их содержание относится к числу основных показателей (индикаторов), которые используют при оценке состояния почвенного покрова [13].

Почва опытного участка до распашки залежи в среднем содержала подвижных форм фосфора 357 мг/кг почвы и калия – 71,5 мг/кг почвы (рис. 4 и 5), что соответствует очень высокой степени обеспеченности фосфором и низкой степени обеспеченности калием. Высокий уровень подвижных фосфатов объясняется интенсивным фосфоритованием почв опытного участка, которое было проведено в регионе в 80-е годы прошлого столетия. Небольшое содержание обменного калия, возможно, связано с образованием почвы на карбонатной морене, которая, имея щелочную реакцию, обес-

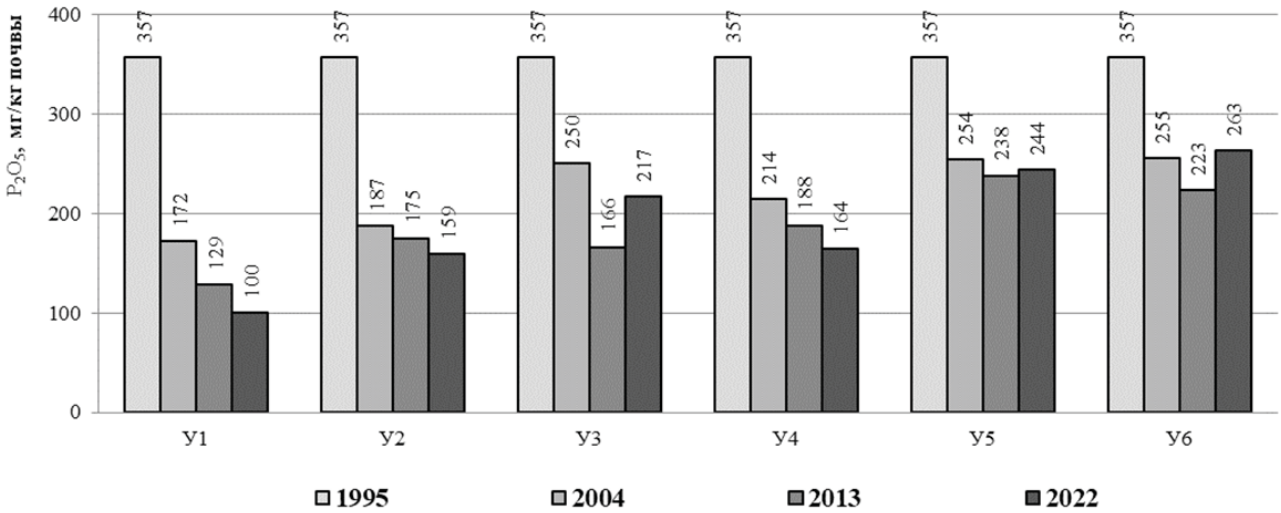


Рисунок 4 – Изменение содержания подвижных форм фосфора в многолетнем опыте при разных системах удобрения, слой почвы 0–20 см, мг/кг почвы

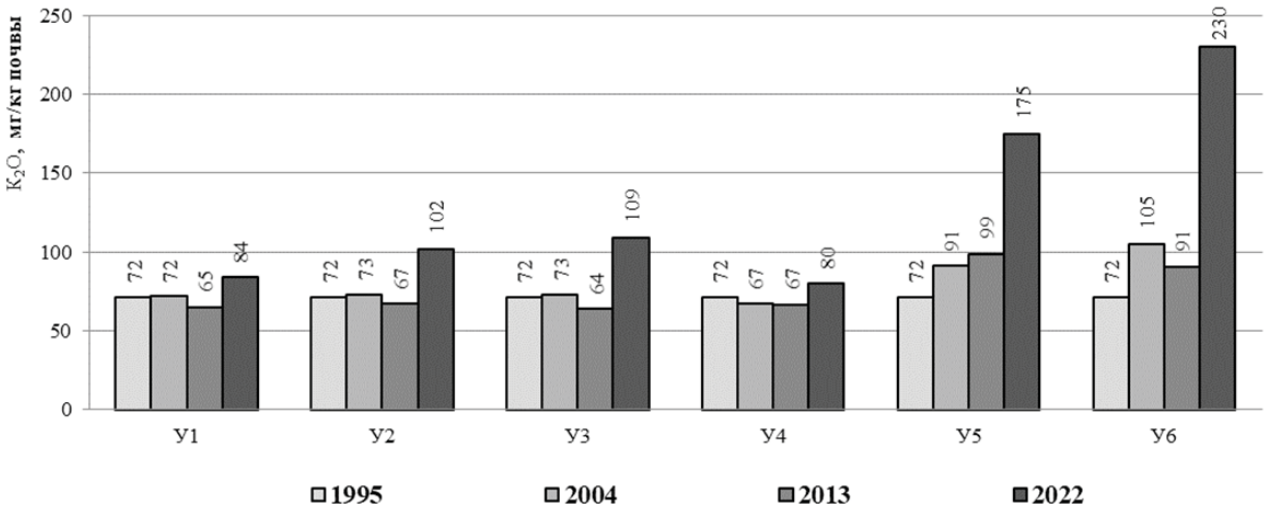


Рисунок 5 – Изменение содержания подвижных форм калия в многолетнем опыте при разных системах удобрения, слой почвы 0–20 см, мг/кг почвы

печила почву большим количеством карбонатов, т.е. кальцием, являющимся антагонистом калия. Это, вероятно, привело к замещению в ППК ионов Ca^{2+} на ионы K^{+}, которые перешли в необменную форму. Кроме того, ионы K^{+} могут необменно закрепляться кристаллической решёткой минеральной части почвы, особенно при переменном увлажнении и пересыхании верхних слоёв пахотного горизонта.

При сравнении показателей подвижных форм фосфора с первоначальным содержанием видно, что по всем вариантам опыта произошло снижение доступного фосфора, а внесение удобрений не способствовало сохранению его прежнего уровня (рис. 4). Многолетнее потребление его из почвенных запасов выращиваемыми культурами и вынос урожаями является основной причиной такого изменения, хотя могло произойти и существенное изменение форм фосфора почвы при смене режимов влажности и аэрации по сравнению с первоначальным состоянием [14]. Наиболее резкое изменение содержания подвижного фосфора отмечалось в первые годы, особенно на варианте без применения удобрений, где формировались низкие урожаи сельскохозяйственных культур.

Внесение соломы как отдельно (вариант $У_3$), так и совместно с азотными удобрениями (вариант $У_4$) снижало темпы падения содержания подвижного фосфора в почве. Применение полного минерального удобрения как отдельно (вариант $У_6$), так и на фоне с соломой (вариант $У_5$) способствовало формированию наибольшего содержания данного показателя, в сравнении с ранее рассмотренными вариантами опыта, который в среднем сохраняется на высоком уровне.

Изменение содержания доступного калия в почве в период проведения полевого опыта имело иной характер. Так, при сравнении количества подвижных форм калия с первоначальным значением установлено, что на варианте без применения удобрений содержание калия за весь период проведения полевого опыта мало изменилось, за исключением 2022 года (рис. 5).

Довольно стабильное состояние уровня содержания подвижного калия в почве на вариантах без применения калийного удобрения может быть связано с восполнением запаса, при использовании растениями, за счёт частичного перехода его в обменное состояние из кристаллических решёток минералов при механическом воздействии на них. Применение калийного удобрения на вариантах $У_5$ и $У_6$ способствовало повышению содержания доступного калия в течение всего периода исследований.

Заметное увеличение подвижного калия в условиях 2022 года может быть связано с нетипичными погодными условиями в вегетационные периоды последних трёх лет проведения опыта, которые характеризовались повышенными температурами и резкой сменой режима влажности. Наибольшее повышение показателя произошло при применении минеральных удобрений (варианты $У_5$ и $У_6$), на которых было внесение данного элемента в повышенной норме в виде хлористого калия в осенний период в расчёте на использование его овсом и многолетними травами. Значительное возрастание содержания подвижного калия в почве при запасном внесении в первый год использования отмечено и в других исследованиях [15].

Изменения агрохимического состояния почвы в результате длительного применения удобрений и внесение удобрений в год исследований способствовали формированию урожая различного уровня в опыте (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность овса при разных системах удобрения, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
1. Без удобрений, «$У_1$»	25,2	–
2. N_{30}, «$У_2$»	35,4	10,2
3. Солома, «$У_3$»	32,2	7,7
4. Солома + N_{30}, «$У_4$»	35,6	10,4
5. Солома + NPK, «$У_5$»	54,5	33,5
6. NPK, «$У_6$»	40,2	19,2
$НСР_{05}$	12,8	x

Применение систем удобрений обеспечило прибавку урожая зерна овса на 7,7–33,5 ц/га при наибольших значениях при внесении соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений – 54,5 ц/га.

Сопоставление изменения содержания подвижных форм фосфора и калия дерново-подзолистой почвы с изменением урожайности овса ярового при разных системах удобрения свидетельствует о тесной линейной зависимости между этими величинами, $r = 0,83$ и $r = 0,77$ (при $P < 0,05\%$). Это позволяет сделать вывод о том, что увеличение урожайности культуры под действием систем удобрения обусловлено улучшением питания растений.

Между изменением кислотно-основного состояния почвы и урожаем зерна овса установлена умеренная корреляционная зависимость только с суммой поглощённых оснований, $r = 0,65$ (при $P < 0,05\%$).

Выводы. За 28-летний период наблюдений под действием вносимых удобрений при отвальной системе обработки почвы и интегрированной системе защиты растений от сорняков, а также выноса элементов с урожаем культурных растений на дерново-подзолистой глееватой почве опытного участка произошло снижение количества подвижных форм фосфора в зависимости от систем удобрения на 26,6–72,0%, особенно в первые годы исследований. Содержание обменного калия было довольно стабильным, заметное увеличение доступных форм калия отмечено в условиях 2022 года при запасном внесении. Наибольшие значения данных показателей отмечены на вариантах с внесением полного минерального удобрения как самостоятельно, так и совместно с соломой (P_2O_5: $У_5$ – 244, $У_6$ – 262 мг/кг почвы; K_2O: $У_5$ – 175, $У_6$ – 230 мг/кг почвы). Показатели кислотно-основного состояния почвы свидетельствуют о некотором увеличении обменной и гидролитической кислотности почвы по всем вариантам опыта в сравнении с данными до его закладки (от 6,13 в 1995 г. до 5,66–5,92 единиц pH_{kcl} в 2022 г.). Сумма поглощённых оснований значительно снизилась в первые годы проведения опыта и несколько стабилизировалась в последующие – на уровне 9,27–14,67 мг-экв./100 г почвы.

Положительное влияние полного минерального удобрения на питательный режим окультуренной ранее и введённой в оборот залежной почвы свидетельствует о необходимости их применения с начала освоения. Использование соломы создаёт условия большей стабильности агрохимического состояния почвы, повышает эффективность минеральных удобрений.

Список источников

1. Кузьменко Н. Н. Влияние насыщенности севооборота органическими и минеральными удобрениями на плодородие, урожайность и качество льнопродукции // Плодородие. 2022. № 1 (124). С. 29–32. DOI 10.25680/S19948603.2022.124.08.

2. Islam M. Ashraful, Islam S., Akter A. [et al.] Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties and the Growth, Yield and Quality of Tomato in Mymensingh, Bangladesh // Agriculture. 2017. Vol. 7, № 3. P. 1–7. DOI 10.3390/agriculture7030018.

3. Chuan-chuan NING, Peng-dong GAO, Bing-qing WANG [et al.] Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content // Journal of Integrative Agriculture. 2017. Vol.16, № 8. P. 1819–1831. DOI 10.1016/s2095-3119(16)61476-4.

4. Chebykina E. V., Kotyak P. A., Taran T. V. [et al.] Changes in agrochemical indicators in an agricultural landscape with sod-podzolic soils against the background of the use of non-traditional fertilizers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 – Papers". IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 937. P. 022053. DOI 10.1088/1755-1315/937/2/022053.

5. Гомонова Н. Ф., Минеев В. Г. Динамика кислотно-основных свойств и кальциевого режима дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2012. № 3. С. 47–55. ISSN 0137-0944.

6. Гамзиков Г. П., Анкудович Ю. Н. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность полевых культур и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (к 70-летию Нарымского стационара) // Агрохимия. 2018. № 1. С. 17–29. DOI 10.7868/S0002188118010027.

7. Наквасина Е. Н., Голубева Л. В. Трансформация постагрогенных почв на карбонатных отложениях в Архангельской области // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 1. С. 32–40. ISSN 2227-6572.

8. Платонычева Ю. Н., Полякова Н. В., Берчук А. В. [и др.] Влияние способов распашки залежи на подвижность органического вещества светло-серой лесной почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 4 (35). С. 39–43. ISSN 2072-9081.

9. Еськов А. И., Лукин С. М., Мерзлая Г. Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России // Плодородие. 2018. № 1 (100). С. 20–23. ISSN 1994-8603.

10. Худошина Н. В., Соколов А. В. Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2022 году // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : сб. науч. тр. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. с международ. участием (Ярославль, 06 апреля 2023 г.). Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», 2023. С. 144–150. ISBN 978-5-98914-267-5. DOI 10.35694/YARCX.2023.06.04.23.

11. Иванова М. Ю., Чебыкина Е. В., Котяк П. А. Потенциальная засорённость почвы при разных технологиях возделывания культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 24–31. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.003.

12. Щукин С. В., Горнич Е. А., Труфанов А. М. [и др.] Влияние минимальной обработки, удобрений и гербицидов на динамику органического вещества и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в посевах яровых зерновых культур и вико-овсяной смеси // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 16–31. DOI 10.26897/0021-342X-2022-2-16-31.

13. Чекмарёв П. А., Лукин С. В. Мониторинг содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотных почвах Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 2. С. 5–9. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10201.

14. Христенко А. А. Динамика основных показателей фосфатного режима почв в процессе их интенсивного использования // Агрохимия. 2003. №2. С. 10–15. ISSN 0002-1881.

15. Стадник Б. Г. Влияние запасного внесения фосфорных и калийных удобрений на урожай культур в севообороте и формы калия в почве : автореф. дис. … канд. с.-х. наук : специальность 06.01.04 «Агрохимия» / Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева. М., 1973. 16 с.

References

1. Kuz'menko N. N. Vliyanie nasyshchennosti sevooborota organicheskimi i mineral'nymi udobreniyami na plodorodie, urozhajnost' i kachestvo l'noprodukcii // Plodorodie. 2022. № 1 (124). S. 29–32. DOI 10.25680/S19948603.2022.124.08.

2. Islam M. Ashraful, Islam S., Akter A. [et al.] Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties and the Growth, Yield and Quality of Tomato in Mymensingh, Bangladesh // Agriculture. 2017. Vol. 7, № 3. P. 1–7. DOI 10.3390/agriculture7030018.

3. Chuan-chuan NING, Peng-dong GAO, Bing-qing WANG [et al.] Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content // Journal of Integrative Agriculture. 2017. Vol.16, № 8. P. 1819–1831. DOI 10.1016/s2095-3119(16)61476-4.

4. Chebykina E. V., Kotyak P. A., Taran T. V. [et al.] Changes in agrochemical indicators in an agricultural landscape with sod-podzolic soils against the background of the use of non-traditional fertilizers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 – Papers". IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 937. P. 022053. DOI 10.1088/1755-1315/937/2/022053.

5. Gomonova N. F., Mineev V. G. Dinamika kislotno-osnovnyh svojstv i kal'cievogo rezhima dernovo-podzolistoj pochvy pri dlitel'nom primenenii udobrenij // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17: Pochvovedenie. 2012. № 3. S. 47–55. ISSN 0137-0944.

6. Gamzikov G. P., Ankudovich Yu. N. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na produktivnost' polevyh kul'tur i agrohimicheskie svojstva dernovo-podzolistoj pochvy (k 70-letiyu Narymskogo stacionara) // Agrohimiya. 2018. № 1. S. 17–29. DOI 10.7868/S0002188118010027.

Агрохимическая оценка длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве

7. Nakvasina E. N., Golubeva L. V. Transformaciya postagrogennyh pochv na karbonatnyh otlozheniyah v Arhangel'skoj oblasti // Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2014. № 1. S. 32–40. ISSN 2227-6572.

8. Platonycheva Yu. N., Polyakova N. V., Berchuk A. V. [i dr.] Vliyanie sposobov raspashki zalezhi na podvizhnost' organicheskogo veshchestva svetlo-seroj lesnoj pochvy // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2013. № 4 (35). S. 39–43. ISSN 2072-9081.

9. Es'kov A. I., Lukin S. M., Merzlaya G. E. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya organicheskih udobrenij v sel'skom hozyajstve Rossii // Plodorodie. 2018. № 1 (100). S. 20–23. ISSN 1994-8603.

10. Khudoshina N. V., Sokolov A. V. Agrohimicheskoe obsledovanie sel'skohozyajstvennyh ugodij Yaroslavskoj oblasti v 2022 godu // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii APK : sb. nauch. tr. po materialam Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uchastiem (Yaroslavl', 06 aprelya 2023 g.). Yaroslavl' : Izd-vo FGBOU VO «Yaroslavskij GAU», 2023. S. 144–150. ISBN 978-5-98914-267-5. DOI 10.35694/YARCX.2023.06.04.23.

11. Ivanova M. Yu., Chebykina E. V., Kotyak P. A. Potencial'naya zasoryonnost' pochvy pri raznyh tekhnologiyah vozdelyvaniya kul'tur // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 1 (61). S. 24–31. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.003.

12. Shchukin S. V., Gornich E. A., Trufanov A. M. [i dr.] Vliyanie minimal'noj obrabotki, udobrenij i gerbicidov na dinamiku organicheskogo veshchestva i agrohimicheskih svojstv dernovo-podzolistoj pochvy v posevah yarovyh zernovyh kul'tur i viko-ovsyanoj smesi // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 2. S. 16–31. DOI 10.26897/0021-342X-2022-2-16-31.

13. Chekmarev P. A., Lukin S. V. Monitoring soderzhaniya podvizhnyh form fosfora i kaliya v pahotnyh pochvah Belgorodskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34, № 2. S. 5–9. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10201.

14. Khristenko A. A. Dinamika osnovnyh pokazatelej fosfatnogo rezhima pochv v processe ih intensivnogo ispol'zovaniya // Agrohimiya. 2003. №2. S. 10–15. ISSN 0002-1881.

15. Stadnik B. G. Vliyanie zapasnogo vneseniya fosfornyh i kalijnyh udobrenij na urozhaj kul'tur v sevooborote i formy kaliya v pochve : avtoref. dis. … kand. s.-h. nauk : special'nost' 06.01.04 «Agrohimiya» / Moskovskaya ordena Lenina i ordena Trudovogo Krasnogo Znameni sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni K. A. Timiryazeva. M., 1973. 16 s.

Сведения об авторах

Елена Владимировна Чебыкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 4970-5237.

Татьяна Васильевна Таран – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 6002-9904.

Полина Алексеевна Котяк – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 6062-0202.

Марина Александровна Казнина – кандидат химических наук, доцент кафедры экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 9444-8834.

Information about the authors

Elena V. Chebykina – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 4970-5237.

Tatyana V. Taran – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 6002-9904.

Polina A. Kotyak – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 6062-0202.

Marina A. Kaznina – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 9444-8834.

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

Научная статья
УДК 631.559:633.11»321».004.12 (470.341)
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.002

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Ивенин[1], А. В. Климова[2], О. В. Ашаева[3], А. С. Телегин[4]
[1, 2, 3, 4]Нижегородский государственный агротехнологический университет,
Нижний Новгород, Россия

Автор, ответственный за переписку: Валентин Васильевич Ивенин, iveninvv@mail.ru

Реферат. Проведены трёхлетние исследования урожайности трёх сортов яровой пшеницы (изучаемые новые сорта Радмира и Экада 214 и контроль – Ульяновская 105) на двух государственных сортоиспытательных участках (ГСУ) в Нижегородской области с различными почвенными покровами. В среднем за 3 года на Шахунском ГСУ только сорт Радмира по урожайности превзошёл на 0,45 т/га контрольный сорт Ульяновская 105. Сорт Экада 214 показал результат на 0,01 т/га меньше уровня контроля. В среднем за 3 года сортоиспытания на Большеболдинском ГСУ урожайность изучаемых сортов была меньше контрольного сорта Ульяновская 105. Средняя урожайность сорта Радмира составила 6,01 т/га, что на 0,54 т/га меньше контроля, сорта Экада 214 – 5,72 т/га, что на 0,83 т/га меньше контроля. В среднем за 3 года урожайность сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ была в 1,8 раза больше (+2,86 т/га), чем на Шахунском ГСУ. В среднем за 3 года по зонам возделывания отмечается значительная разница по уровню урожайности сортов. На Большеболдинском ГСУ контрольный сорт Ульяновская 105, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, показал прибавку урожайности на 3,46 т/га, сорт Радмира, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, был более урожайный – на 2,47 т/га, сорт Экада 214 показал прибавку урожайности на 2,64 т/га. Можно сделать вывод, что почвенно-климатические условия Большеболдинского ГСУ способствуют формированию большей урожайности яровой пшеницы, по сравнению с условиями выращивания на Шахунском ГСУ.

Ключевые слова: *сорт, агротехника, яровая пшеница, удобрения, сортоиспытание, качество зерна*

YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

V. V. Ivenin[1], A. V. Klimova[2], O. V. Ashaeva[3], A. S. Telegin[4]
[1, 2, 3, 4]Nizhny Novgorod State Agrotechnological University,
Nizhny Novgorod, Russia

Author responsible for correspondence: Valentin V. Ivenin, iveninvv@mail.ru

Abstract. Three-year studies of the yield of three spring wheat varieties (new varieties under study Radmira and Ekada 214 and control – Ulyanovskaya 105) were carried out at two state crop testing site (SCTS) in the Nizhny Novgorod region with various soil cover. On average, for 3 years at the Shakhunskiy SCTS the Radmira variety exceeded the control variety Ulyanovskaya 105 by 0.45 t/ha in yield. The Ekada 214 variety showed a result of 0.01 t/ha less than the control level. On average, over 3 years of crop variety testing at the Bolsheboldinskiy SCTS the yield of the varieties under study was less than the control variety Ulyanovskaya 105. The average yield of the Radmira variety was 6.01 t/ha, which is 0.54 t/ha less than the control, the Ekada 214 variety was 5.72 t/ha, which is 0.83 t/ha less than the control. On average, over 3 years the yield of spring wheat varieties at the Bolsheboldinskiy SCTS was 1.8 times more (+2.86 t/ha) than at the Shakhunskiy SCTS. On average, over 3 years there is a significant difference in the level of yield of varieties in cultivation zones. At the Bolsheboldinskiy SCTS the control variety Ulyanovskaya 105 compared to the conditions of the Shakhunskiy SCTS showed a yield increase of 3.46 t/ha, the Radmira variety compared to the conditions of the Shakhunskiy SCTS was more productive – by 2.47 t/ha, the Ekada 214 variety showed a yield increase of

2.64 t/ha. It can be concluded that the soil and climatic conditions of the Bolsheboldinskiy SCTS contribute to the formation of a greater yield of spring wheat compared to the growing conditions at the Shakhunskiy SCTS.

Keywords: *variety, cultural practice, spring wheat, fertilizers, crop variety testing, grain quality*

Введение. Зерновое производство Российской Федерации традиционно является основой всего продовольственного комплекса и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства.

Основным инструментом повышения эффективности производства зерна в настоящее время является интенсификация зернового производства и научно-технологическое развитие отрасли. На государственном уровне выделены основные проблемы, сдерживающие научно-технологическое развитие зернового производства: низкий уровень инновационной активности отрасли, недостаточное обеспечение сортовыми семенами, особенно отечественной селекции; нехватка высококвалифицированных кадров; высокая себестоимость зерновой продукции. В решении обозначенных проблем главная роль отводится селекции зерновых культур [1; 2; 3; 4].

Основными районами производства зерна в России традиционно являются Северный Кавказ, Центрально-Черноземный регион, Нижне- и Средневолжский регионы, Урал, Западная Сибирь и ряд областей Нечерноземья [5; 6].

Под яровой пшеницей в Российской Федерации в 2017 г. было занято 12952,7 тыс. га, в 2018 г. – 11162,5 тыс. га. На Приволжский федеральный округ приходилось 15,3 млн га и 15,0 млн га соответственно.

Урожайность пшеницы в последние годы существенно возросла. По валовому производству зерна во всех категориях хозяйств Нижегородская область занимает девятое место среди регионов Приволжского федерального округа. Посевная площадь яровой пшеницы в области – более 75 тыс. га [4].

Интерес производственников к яровой пшенице в последние годы резко возрос, что связано с распространением перерабатывающих комплексов по производству муки и выпечки хлебобулочных изделий непосредственно в сельскохозяйственных предприятиях.

Основными направлениями увеличения объёмов производства и повышения эффективности возделывания зерновых культур являются внедрение прогрессивных технологий их выращивания, важнейшим элементом которых являются новые более продуктивные сорта [7; 8; 9; 10]. Также повышение эффективности производства зерновой продукции невозможно без повышения её качества. Посев сортовыми семенами – это гарантированная прибавка урожая при равных прочих условиях агротехники. Однако хозяйственно ценные признаки их проявляются не везде одинаково и зависят от почвенно-климатических условий региона и уровня агротехники. Потенциальные возможности новых интенсивных сортов реализуются только при благоприятных метеорологических условиях и в хозяйствах с высоким уровнем агротехники. В неблагоприятные годы урожайность их резко снижается. Поэтому актуальным является изучение в конкретных почвенно-климатических условиях новых сортов пшеницы по урожайности и качеству зерна.

Место и условия проведения исследований. Нижегородская область находится в центре европейской части России, входит в состав Приволжского федерального округа. Административный центр – город Нижний Новгород. Исследования проводились в 2019–2021 годах на госсортоучастках Шахунского (северного) и Большеболдинского (южного) районов области.

Значения гидротермического коэффициента за период исследования представлены в таблице 1.

Среднее многолетнее значение гидротермического коэффициента для агроклиматического района Нижегородской области за изучаемый период составляет 1,20.

Почвенный покров Шахунского ГСУ представлен дерново-подзолистыми супесчаными почвами. Почвы характеризуются средней степенью гумусированности – среднее содержание гумуса состав-

Таблица 1 – Гидротермический коэффициент (Нижегородская область, 2019–2021 гг.)

Год	Количество осадков, мм	Сумма активных температур выше 10°С за весенне-летнюю вегетацию	ГТК
2019	165	1193	1,38
2020	179	1284	1,39
2021	112	1356	0,87
Среднее многолетнее значение	166	1387	1,20

ляет 1,9%, очень высокое содержание подвижного фосфора – 439 мг/кг почвы, высокое содержание доступных форм калия – 281 мг/кг, pH_{kcl} составляет 5,7.

Почвенный покров ГСУ Большеболдинского района представлен чернозёмами оподзоленными. Среднее содержание гумуса составляет 6,5%, наблюдается высокое содержание подвижного фосфора – 235 мг/кг почвы, повышенное содержание калия – 147 мг/кг почвы, pH_{kcl} составляет 5,9.

Схема и методика проведения исследований. Опыт был заложен по двум факторам:

– фактор А – 3 сорта яровой пшеницы: Ульяновская 105 (контроль), Радмира, Экада 214;

– фактор В – 2 зоны возделывания: Шахунский ГСУ и Большеболдинский ГСУ. Повторность в опыте – 4-кратная.

Результаты исследований. По данным оригинаторов, сорта имеют следующую массу 1000 зёрен: Ульяновская 105 – от 29 до 42 г, Радмира – 32–41 г, Экада 214 – 35–41 г.

В таблице 2 представлены данные массы 1000 зёрен исследуемых сортов яровой пшеницы.

В 2019 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы масса 1000 зёрен была средней. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила всего 34,8 г, сорт Радмира незначительно превысил контроль, масса 1000 зёрен составила 35,2 г (+0,4 г), у сорта Экада 214 масса была 33,9 г, это меньше контроля на 0,9 г и меньше данных оригинатора на 1,1 г.

В 2019 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы показатель массы 1000 зёрен был высоким и даже превысил данные оригинаторов. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 43,2 г, у сорта Радмира – 42,2 г, что меньше контроля на 1,0 г, у сорта Экада 214 – 49,3 г, что больше контроля на 6,1 г.

В 2020 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы масса 1000 зёрен тоже была средней. У контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 34,9 г. По сравнению с контролем у сортов Радмира и Экада 214 этот показатель был больше: 35,8 и 40,3 г, разница – 0,9 и 5,4 г соответственно.

В 2020 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы масса 1000 зёрен значительно различалась. У контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 40,6 г, в тоже время сорта Радмира и Экада 214 были меньше по этому показателю: 30,7 г и 40,0 г, разница с контролем – 9,9 и 0,6 г соответственно.

В 2021 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы масса 1000 зёрен была очень низкой. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 и сорта Радмира она составила 27,8 г, у сорта Экада 214 показатель был больше – 30,1 г, разница с контролем +2,3 г. Из-за сильной засухи в этот год зерно сформировалось лёгкое и щуплое.

В 2021 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась средняя масса 1000 зёрен. У контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 36,1 г, а изучаемые сорта уступали по этому показателю контролю: у сорта Радмира масса 1000 зёрен равна 31,6 г, что на 4,5 г меньше контроля, у сорта Экада 214 – 35,7 г, что на 0,4 г меньше контроля.

В среднем за 3 года сортоиспытания на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов был следующий средний показатель массы 1000 зёрен: у контроля Ульяновская 105 – 32,5 г, у сорта Радмира – 32,9 г (разница с контролем +0,4), у сорта Экада 214 – 34,7 г (разница с контролем +2,2 г).

В среднем за 3 года сортоиспытания на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы масса 1000 зёрен по годам сильно отличалась. Так, у сорта Ульяновская 105 она составила 39,9 г, у сорта Радмира – 34,8 г, что на 5,1 г меньше контроля, сорт Экада 214 показал самый лучший результат по вариантам – 41,6 г, что на 1,7 г больше контроля.

Таблица 2 – Масса 1000 зёрен у сортов яровой пшеницы, г

Сорт	Масса 1000 зёрен, г				± к контролю в среднем за 3 года	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	по сортам	по зонам
Шахунский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	34,8	34,9	27,8	32,5	–	–7,4
Радмира	35,2	35,8	27,8	32,9	+0,4	–1,9
Экада 214	33,9	40,3	30,1	34,7	+2,2	–6,9
Большеболдинский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	43,2	40,6	36,1	39,9	–	+7,4
Радмира	42,2	30,7	31,6	34,8	–5,1	+1,9
Экада 214	49,3	40,0	35,7	41,6	+1,7	+6,9

В среднем за 3 года по зонам возделывания между сортами отмечается разница по массе 1000 зёрен. На Большеболдинском ГСУ у контрольного сорта Ульяновская 105, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, разница по данному показателю была на 7,4 г больше, у сорта Радмира разница была небольшая (+1,9 г), у сорта Экада 214 зерно было тяжелее на 6,9 г.

Исследование сортов по показателю натуры зерна приведено в таблице 3.

В 2019 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась низкая натура зерна. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила всего 637 г/л, у сорта Радмира – 640 г/л, что на 3 г/л больше контроля. Только у сорта Экада 214 величина этого показателя была ниже базисной кондиции и составила 714 г/л.

В 2019 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась очень высокая натура зерна. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 770 г/л, у сорта Радмира и Экада 214 натура была больше – 853 г/л и 847 г/л (разница с контролем +83 и +77 г/л соответственно).

В 2020 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась очень высокая натура зерна. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 798 г/л; в то же время сорта Радмира и Экада 214 превзошли контроль, их натура составила 821 и 858 г/л, что на 23 и 60 г/л больше сорта Ульяновская 105 соответственно.

В 2020 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась средняя натура зерна. У контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 727 г/л, у сорта Радмира и Экада 214 натура была больше – 751 г/л и 742 г/л (разница с контролем +24 и +15 г/л соответственно).

В 2021 году на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась более низкая натура зерна даже по сравнению с 2019 годом. Так, у контрольного сорта Ульяновская 105 она составила всего 556 г/л, у сорта Радмира – 538 г/л, что на 18 г/л меньше контроля, у сорта Экада 214 – 559 г/л, или +3 г/л по сравнению с контролем. Сильная засуха в период вегетации явно сказалась на этом показателе, зерно сформировалось щуплым.

В 2021 году на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась средняя натура зерна. У контрольного сорта Ульяновская 105 она составила 752,3 г/л. У сорта Радмира натура зерна была ниже базисной кондиции – 716,8 г/л, разница с контролем – 35,5 г/л, у сорта Экада 214 натура была на уровне кондиции – 734,2 г/л, разница с контролем –18,1 г/л.

В среднем за 3 года сортоиспытания на Шахунском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы сформировалась низкая натура зерна. У контроля Ульяновская 105 натура составила 663,6 г/л, у сорта Радмира – 666,3 г/л, разница с контролем +2,7 г/л, у сорта Экада 214 – 710,3 г/л, разница с контролем +46,7 г/л.

В среднем за 3 года сортоиспытания на Большеболдинском ГСУ у изучаемых сортов пшеницы натура зерна отличалась. Так, у сорта Ульяновская 105 натура была на уровне средней – 749,7 г/л, в то же время у сортов Радмира и Экада 214 величина этого показателя была высокой – 773,6 и 774,4 г/л, разница с контролем составила +23,9 и +24,7 г/л соответственно.

В среднем за 3 года по зонам возделывания между сортами отмечается значительная разница по натуре зерна. На Большеболдинском ГСУ сорт Радмира, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, сформировал натуру зерна на 107,3 г/л больше, сорт Экада 214 – на 64,1 г/л больше.

В таблице 4 представлены данные урожайности за 2019–2021 гг. на Шахунском и Большеболдинском ГСУ.

Таблица 3 – Натура зерна, г/л

Сорт	Натура, г/л				± к контролю в среднем за 3 года	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее значение	по сортам	по зонам
Шахунский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	637	798	556	663,6	–	–86,1
Радмира	640	821	538	666,3	+2,7	–107,3
Экада 214	714	858	559	710,3	+46,7	–64,1
Большеболдинский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	770	727	752,3	749,7	–	+86,1
Радмира	853	751	716,8	773,6	+23,5	+107,3
Экада 214	847	742	734,2	774,4	+24,7	+64,1

Таблица 4 – Урожайность зерна яровой пшеницы на Шахунском и Большеболдинском ГСУ в 2019–2021 гг., т/га

Сорт	Урожайность, т/га				± к контролю в среднем за 3 гола, т/га	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее за 3 года	по сортам	по зонам
Шахунский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	3,84	3,93	1,52	3,09	–	–3,46
Радмира	4,48	5,18	0,96	3,54	+0,45	–2,47
Экада 214	4,15	3,82	1,27	3,08	–0,01	–2,64
Среднее по сортам	4,15	4,31	1,25	3,23	x	x
Большеболдинский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	6,94	7,02	5,70	6,55	–	+3,46
Радмира	8,11	5,08	4,85	6,01	–0,54	+2,47
Экада 214	7,32	5,62	4,90	5,72	–0,83	+2,64
Среднее по сортам	7,45	5,9	5,15	6,09	x	x
НСР $_{05}$	*0,27*	*0,38*	*0,17*	x	x	x
НСР (А) по сортам	*0,15*	*0,22*	*0,10*	x	x	x
НСР (В) по зонам	0,19	0,27	*0,12*	x	x	x

При сравнении изучаемых сортов были установлены достоверные различия между ними в значениях урожайности.

В 2019 году на Шахунском ГСУ уровень урожайности контрольного сорта Ульяновская 105 составил 3,84 т/га. Контрольный сорт превзошли по урожайности оба изучаемых сорта: Радмира – на 0,64 т/га и Экада 214 – на 0,31 т/га. Это может быть связано с благоприятными погодными условиями 2019 года, осадков выпадало достаточно, всходы были дружные, засухи не наблюдалось.

В 2019 году на Большеболдинском ГСУ уровень урожайности контрольного сорта Ульяновская 105 составил 6,94 т/га. Контрольный сорт превзошли по урожайности оба изучаемых сорта: Радмира – на 1,17 т/га, сорт Экада 214 – на 0,32 т/га. Такая урожайность связана с благоприятными погодными условиями 2019 года, как было отмечено ранее.

В среднем за 2019 год урожайность сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ была в 1,8 раза больше (+3,3 т/га), чем на Шахунском ГСУ.

В 2020 году на Шахунском ГСУ урожайность контрольного сорта (Ульяновская 105) составила 3,93 т/га. Контрольный сорт превзошёл по урожайности только сорт Радмира – 5,18 т/га, что на 1,25 т/га больше контроля, а сорт Экада 214 был меньше по урожайности на 0,11 т/га. В 2020 году была благоприятная погода для роста и развития яровой пшеницы, засухи не наблюдалось, уборка была проведена в сухую погоду.

В 2020 году на Большеболдинском ГСУ урожайность контрольного сорта Ульяновская 105 составила 7,02 т/га. Урожайность изучаемых сортов Радмира и Экада 214 была меньше – 5,08 и 5,62 т/га, что меньше контроля на 1,94 и 1,4 т/га соответственно. В 2020 году были благоприятные погодные условия для роста и развития яровой пшеницы.

В среднем за 2020 год урожайность сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ была в 1,4 раза больше (+1,6 т/га), чем на Шахунском ГСУ.

В 2021 году на Шахунском ГСУ 2021 году уровень урожайности контрольного сорта Ульяновская 105 составил 1,52 т/га. Изучаемые сорта Радмира и Экада 214 в этот год показали урожайность меньше контроля – 0,96 и 1,27 т/га соответственно. В 2021 году отмечалась аномально жаркая погода, в июле не выпало ни одного мм осадков, температура держалась на уровне 30°С, это плохо сказалось на урожайности.

В 2021 году на Большеболдинском ГСУ урожайность контрольного сорта (Ульяновская 105) составила 1,52 т/га. Изучаемые сорта Радмира и Экада 214 в этот год показали урожайность меньше контроля на 36 и 16% соответственно, что также связано с неблагоприятными погодными условиями.

В среднем за 2021 год урожайность сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ была в 1,9 раза больше (+3,9 т/га), чем на Шахунском ГСУ.

В среднем за 3 года сортоиспытания на Шахунском ГСУ по урожайности контрольный сорт Ульяновская 105 превзошёл только сорт Радмира – на 0,45 т/га, урожайность сорта Экада 214

была чуть меньше уровня контроля – на 0,01 т/га.

В среднем за 3 года сортоиспытания на Большеболдинском ГСУ изучаемые сорта яровой пшеницы Радмира и Экада 214 по урожайности были меньше контрольного сорта Ульяновская 105. Средняя урожайность сорта Радмира – 6,01 т/га, что на 0,54 т/га меньше контроля, сорта Экада 214 – 5,72 т/га, что на 0,83 т/га меньше контроля.

В среднем за 3 года урожайность сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ была в 1,8 раза больше (+2,86 т/га), чем на Шахунском ГСУ.

В среднем за 3 года по зонам возделывания отмечается значительная разница по уровню урожайности сортов. На Большеболдинском ГСУ контрольный сорт Ульяновская 105, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, показал прибавку урожайности на 3,46 т/га, сорт Радмира, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, был более урожайный – на 2,47 т/га, сорт Экада 214 показал прибавку урожайности на 2,64 т/га.

Можно сделать вывод, что почвенно-климатические условия Большеболдинского ГСУ способствуют формированию большей урожайности яровой пшеницы, по сравнению с условиями выращивания на Шахунском ГСУ.

В таблице 5 приведены экономические показатели производства яровой пшеницы в зависимости от возделываемого сорта.

Как видно из данных таблицы 5, на Шахунском ГСУ стоимость продукции, полученной в контрольном варианте (сорт Ульяновская 105), составила 30900 руб./га. Наибольший показатель здесь принадлежит сорту Радмира – 35400 руб./га,

Таблица 5 – Экономическая эффективность сортов яровой пшеницы

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Шахунский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	3,09	30900	25100	8123,0	5800	23,1
Радмира	3,54	35400	26080	7367,2	9320	35,7
Экада 214	3,08	30800	25050	8133,0	5750	23,0
Большеболдинский ГСУ						
Ульяновская 105 (контроль)	6,55	72050	31100	4748,0	40950	131,6
Радмира	6,01	66110	30600	5091,5	35510	116,0
Экада 214	5,72	62920	29500	5157,3	33420	113,3

наименьший – сорту Экада (30800 руб./га). Закупочная цена на зерно пшеницы 3 класса составляла на Шахунском ГСУ 10000 руб. за 1 тонну.

На Большеболдинском ГСУ наибольшая стоимость продукции получена в контрольном варианте (сорт Ульяновская 105) и составила 72050 руб./га, наименьшая – у сорта Экада 214 (62920 руб./га). Закупочная цена на зерно пшеницы 3 класса на Большеболдинском ГСУ составляла 11000 руб. за 1 тонну.

На Шахунском ГСУ величина производственных затрат также варьировала у изучаемых сортов от 25050 руб./га (сорт Экада 214, характеризующийся наименьшей урожайностью) до 26080 руб./га (сорт Радмира – самый урожайный сорт). Повышение затрат при возделывании пшеницы было связано с дополнительными затратами на уборку прибавки урожая.

На Большеболдинском ГСУ величина производственных затрат также варьировала у изучаемых сортов – от 62920 руб./га (сорт Экада 214, характеризующийся наименьшей урожайностью) до 72050 руб./га (сорт Ульяновская 105 – самый урожайный сорт). Повышение затрат при возделывании пшеницы также обусловлено дополнительными затратами на уборку прибавки урожая.

На Шахунском ГСУ наиболее высокий чистый доход на 1 га, составивший 9320 руб./га, получен при возделывании сорта Радмира, наименьший – при возделывании сортов Ульяновская 105 и Экада 214 (5800 и 5750 руб./га соответственно).

На Большеболдинском ГСУ наиболее высокий чистый доход на 1 га (40950 руб./га) получен при возделывании сорта Ульяновская 105, наименьший – при возделывании сортов Радмира и Экада 214 (35510 и 33420 руб./га соответственно).

На Шахунском ГСУ наибольший уровень рентабельности (35,7%) получен при выращивании сорта Радмира, наименьший (23,0%) – у сортов Ульяновская 105 и Экада 214.

На Большеболдинском ГСУ наибольшей рентабельностью производства (131,6%) отличился

сорт Ульяновская 105, чуть меньше уровень рентабельности рассчитан у сортов Радмира и Экада 214 – 116 и 113,3% соответственно.

Уровень дохода и рентабельности сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ был в 4 раза выше, по сравнению с Шахунским ГСУ.

Выводы.

1. В среднем за 3 года по зонам возделывания отмечается значительная разница по уровню урожайности сортов. На Большеболдинском ГСУ сорт Радмира, по сравнению с условиями Шахунского ГСУ, был более урожайным (на 2,47 т/га), сорт Экада 214 показал прибавку урожайности на 2,64 т/га.

2. На Шахунском ГСУ наибольший уровень рентабельности (35,7%) получен при выращивании сорта Радмира, наименьшая рентабельность (23,0%) получена при производстве сортов Ульяновская 105 и Экада 214.

3. На Большеболдинском ГСУ наибольшей рентабельностью производства (131,6%) отличился сорт Ульяновская 105, чуть меньше значение данного показателя у сортов Радмира и Экада 214 (116 и 113,3% соответственно). Таким образом, уровень дохода и рентабельности производства сортов яровой пшеницы на Большеболдинском ГСУ был в 4 раза выше, по сравнению с Шахунским ГСУ.

Список источников

1. Большеболдинский район. URL: https://regionsrf.ru/nizhegorodskaya-oblast/bolsheboldinskiy-rayon/ (дата обращения: 16.11.2022).

2. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. URL: http://www.bibliotekar.ru/5-biohimiya-zerna/ (дата обращения: 22.08.2022).

3. Коданев И. М. Повышение качества зерна. М. : Колос, 1976. 304 с.

4. Ивенин В. В., Строкин В. Л., Ивенин А. В. [и др.] Оптимизация приемов возделывания яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона. Нижний Новгород, 2011. 206 с.

5. Долгополова Н. В. Влияние минеральных удобрений на зимостойкость озимой пшеницы в зависимости от способов подкормки и сроков внесения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 23–26. ISSN 1997-0749.

6. Барковская Е. А., Бетина А. С. Народно-хозяйственное значение яровой пшеницы для Российской Федерации // Научное сообщество студентов : сб. материалов XIV Междунар. студенч. науч.-практ. конф. / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 92–93. ISBN 978-5-9500127-0-9.

7. Воробьев А. В., Воробьев В. А. Оценка адаптивной способности и стабильности сортов в селекции яровой пшеницы на Среднем Урале // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 6. С. 18–20. ISSN 0235-2451.

8. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3. С. 31–37. ISSN 2079-8725.

9. Гусейнов С. И. Белки зерна различных сортов пшеницы и их значение в селекции на качество // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11-2. С. 57–61. ISSN 2073-0071.

10. Жаркова С. В., Дворникова Е. И. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы на адаптивную способность и экологическую пластичность // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 11 (181). С. 10–17. ISSN 1996-4277.

References

1. Bol'sheboldinskij rajon. URL: https://regionsrf.ru/nizhegorodskaya-oblast/bolsheboldinskiy-rayon/ (data obrashcheniya: 16.11.2022).

2. Kazakov E. D., Kretovich V. L. Biohimiya zerna i produktov ego pererabotki. URL: http://www.bibliotekar.ru/5-biohimiya-zerna/ (data obrashcheniya: 22.08.2022).

3. Kodanev I. M. Povyshenie kachestva zerna. M. : Kolos, 1976. 304 s.

4. Ivenin V. V., Strokin V. L., Ivenin A. V. [i dr.] Optimizaciya priemov vozdelyvaniya yarovoj pshenicy v usloviyah Volgo-Vyatskogo regiona. Nizhnij Novgorod, 2011. 206 s.

5. Dolgopolova N. V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na zimostojkost' ozimoj pshenicy v zavisimosti ot sposobov podkormki i srokov vneseniya // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 1. S. 23–26. ISSN 1997-0749.

6. Barkovskaya E. A., Betina A. S. Narodno-hozyajstvennoe znachenie yarovoj pshenicy dlya Rossijskoj Federacii // Nauchnoe soobshchestvo studentov : sb. materialov XIV Mezhdunar. studench. nauch.-prakt. konf. / redkol.: O. N. Shirokov [i dr.]. Cheboksary : CNS «Interaktiv plyus», 2017. S. 92–93. ISBN 978-5-9500127-0-9.

7. Vorob'ev A. V., Vorob'ev V. A. Ocenka adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti sortov v selekcii yarovoj pshenicy

Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Нижегородской области

na Srednem Urale // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 6. S. 18–20. ISSN 0235-2451.

8. Goncharenko A. A. Ekologicheskaya ustojchivost' sortov zernovyh kul'tur i zadachi selekcii // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 3. S. 31–37. ISSN 2079-8725.

9. Gusejnov S. I. Belki zerna razlichnyh sortov pshenicy i ih znachenie v selekcii na kachestvo // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2015. № 11-2. S. 57–61. ISSN 2073-0071.

10. Zharkova S. V., Dvornikova E. I. Ocenka sortov yarovoj myagkoj pshenicy na adaptivnuyu sposobnost' i ekologicheskuyu plastichnost' // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 11 (181). S. 10–17. ISSN 1996-4277.

Сведения об авторах

Валентин Васильевич Ивенин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет», spin-код: 5321-7140.

Анна Владимировна Климова – кандидат экономических наук, декан агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет», spin-код: 5667-4952.

Ольга Вячеславовна Ашаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и растениеводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет», spin-код: 6177-0831.

Алексей Сергеевич Телегин – аспирант кафедры земледелия и растениеводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет».

Information about the authors

Valentin V. Ivenin – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Head of the Department of Agriculture and Plant Growing, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State Agrotechnological University", spin-code: 5321-7140.

Anna V. Klimova – Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State Agrotechnological University", spin-code: 5667-4952.

Olga V. Ashaeva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State Agrotechnological University", spin-code: 6177-0831.

Aleksey S. Telegin – Postgraduate student of the Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State Agrotechnological University".

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

Научная статья
УДК 631.58:631.151
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.003

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Александр Михайлович Труфанов[1], Яна Сергеевна Романина[2], Валентина Ивановна Дорохова[3], Анастасия Андреевна Лобанова[4]

[1, 2, 3]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[4]Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», Михайловский, Россия
[1]a.trufanov@yacx.ru, ORCID 0000-0002-8815-2441
[2]romanina.yana@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8541-6504
[3]v.dorohova@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-2441-4198
[4]anastasia.smolyonova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5352-0507

Реферат. Современный тренд на внедрение сберегающего и экологического земледелия, несмотря на имеющиеся проблемы и ограничения, диктует необходимость оценки технологий разной степени интенсивности и экологической направленности с точки зрения их экономической и энергетической эффективности. В статье рассматривается полевой опыт на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве за четырёхлетний период (2018–2021 гг.) возделывания сельскохозяйственных культур в семипольном кормовом севообороте (однолетние травы, многолетние травы трёх лет пользования, зерновые культуры – озимая и яровая тритикале, ячмень, кукуруза). Проведена оценка пяти технологий – экстенсивной, интенсивной, высокоинтенсивной, органической, биологизированной, отличающихся интенсивностью систем удобрений и защиты растений, с использованием общепринятых методик определения экономических и энергетических показателей эффективности. Установлено, что органическая технология, с применением только органических удобрений (соломы зерновых культур, навоза в норме 60 т/га под кукурузу, сидератов) без внесения пестицидов, способствует получению прибавки продуктивности выращиваемых культур в сравнении с контролем, обеспечивает экономию общих денежных затрат в 1,9–2,3 раза в сравнении с интенсивными технологиями, получению уровня рентабельности 132,9% и окупаемости дополнительных затрат с коэффициентом 4,86. Данная технология по коэффициенту энергетической эффективности (6,8) и энергетической себестоимости продукции (1,2 ГДж/т) имеет преимущество по сравнению с интенсивными и биологизированной, что свидетельствует о целесообразности использования органической технологии при возделывании кормовых культур в севообороте на дерново-подзолистых почвах.

Ключевые слова: *интенсивные и экологические технологии, органическое земледелие, экономическая и энергетическая эффективность технологий, сельскохозяйственные культуры*

COMPARATIVE EFFICIENCY OF DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES IN TERMS OF INTENSITY

Aleksandr M. Trufanov[1], Yana S. Romanina[2], Valentina I. Dorokhova[3], Anastasiya A. Lobanova[4]

[1, 2, 3]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[4]Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", Mikhailovsky, Russia
[1]a.trufanov@yacx.ru, ORCID 0000-0002-8815-2441
[2]romanina.yana@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8541-6504
[3]v.dorohova@yarcx.ru, ORCID 0000-0003-2441-4198
[4]anastasia.smolyonova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5352-0507

Abstract. The current trend towards the introduction of conservation and ecological agriculture, despite the existing problems and limitations, dictates the need to evaluate technologies of varying degrees of intensity and environmental orientation in terms of their economic and energy efficiency. The article examines field test on soddy podzolic middle loamy soil for a four-year period (2018–2021) of cultivating crops in seven-field fodder crop rotation (annual grasses, perennial grasses of three years of use, grain crops – winter and spring triticale, barley, corn). Five technologies were assessed – extensive, intensive, high-intensity, organic, biologized differing in the intensity of fertilizer and plant protection systems, using generally accepted methods for determining economic and energy efficiency indicators. It was established that organic technology using only organic fertilizers (cereal straw, manure at a rate of 60 t/ha under corn, green manure) without the application of pesticides, contributes to the increase in the productivity of crops grown in comparison with control, provides savings in total monetary costs by 1.9–2.3 times compared to intensive technologies, obtaining a profitability level of 132.9% and economic return of additional costs with a coefficient of 4.86. According to the energy efficiency coefficient (6.8) and the energy cost of production (1.2 GJ/t), this technology has an advantage over intensive and biologized ones, which indicates the expediency of using organic technology when cultivating feed crops in crop rotation on soddy podzolic soils.

Keywords: *intensive and green technologies, organic farming, economic and energy efficiency of technologies, crops*

Введение. В современном сельскохозяйственном производстве основным фактором, определяющим успех ведения предприятия, является экономическая эффективность производства продукции растениеводства [1]. Известно, что снижение себестоимости продукции на единицу является ключевым условием рентабельности сельского хозяйства [2].

В целях уменьшения издержек и повышения рентабельности производства в агропромышленном комплексе сегодня динамично развиваются ресурсосберегающие технологии [3]. Такие технологии при правильном их применении сопровождаются снижением затрат труда и денежных средств [4; 5], как правило, без снижения продуктивности полевых культур [6; 7].

Для оценки эффективности этих технологий целесообразно также использовать энергетический подход, который представляет возможность количественно соотнести затраты энергии на получение сельскохозяйственной продукции и поступление её с урожаем [8].

Одним из направлений снижения энергопотребления в агротехнологиях является биологизация систем удобрения, направленная на использование соломы, органических удобрений, сидератов [9; 10; 11], без применения синтетически произведённых минеральных удобрений и химических средств защиты растений [12].

Такие подходы активно применяются в органическом земледелии, которое занимает всё большую нишу как в мировом, так и отечественном сельскохозяйственном производстве [13; 14; 15].

Таким образом, целью работы было провести экономическую и энергетическую оценку технологий возделывания сельскохозяйственных культур, отличающихся интенсивностью и экологической направленностью.

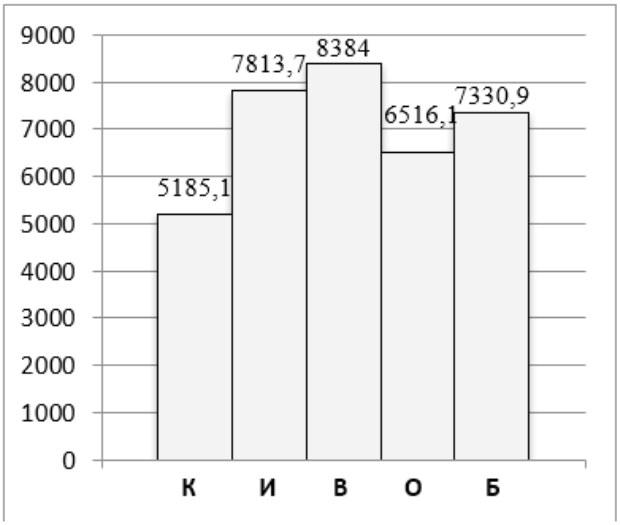
Методика. Исследования проводились в 2018–2021 годах в совместном опыте Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК имени В. Р. Вильямса» и кафедры агрономии ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Опыт заложен в 2017 году методом расщеплённых делянок, повторность опыта трёхкратная. Схема опыта включает два фактора: «культура севооборота»: однолетние травы (вико-овсяная смесь) с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1, 2, 3 года пользования на зелёную массу – зерновые на зелёную массу (в разные годы – яровая тритикале, озимая тритикале) – ячмень на зерно – кукуруза на силос и фактор «технология возделывания»: экстенсивная – без удобрений и пестицидов; интенсивная – минеральные удобрения вносятся дифференцированно под культуры севооборота в средних нормах, рекомендуемых для региона + органические удобрения (солома ячменя, навоз под кукурузу 60 т/га, промежуточный сидерат – рапс после зерновых культур); высокоинтенсивная – минеральные удобрения вносятся дифференцированно под культуры севооборота в повышенных нормах (в 1,5 раза от интенсивного фона) + органические удобрения (те же, что в интенсивной) с химической защитой растений; органическая – без минеральных удобрений и пестицидов, с применением только органических удобрений (те же, что в интенсивной + последний укос многолетних трав 3 года пользования – на сидерат); биологизированная – ограниченное применение минеральных удобрений (нормы уменьшены в 2,0 раза от интенсивного фона) + органические удобрения (те же, что в интенсивной). Площадь делянок под каждой культурой 600 м^2 (делянки первого порядка), под технологией возделывания – 120 м^2 (делянки второго порядка). В данной статье приводятся

результаты по вариантам фактора «технология возделывания» при усреднении данных по всем культурам кормового севооборота.

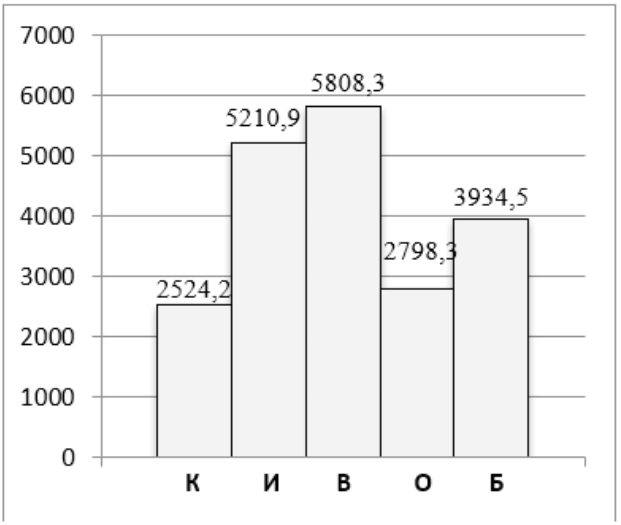
При определении экономических и энергетических показателей использовались методики (Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, 1995; Э. Ф. Вафина, П. Ф. Сутыгин, 2016; А. В. Шпилько и др., 2001), основанные на затратах по возделыванию кормовых культур согласно типовым технологическим картам на площади 100 га, а стоимость продукции рассчитывалась исходя из стоимости кормовых единиц (одинаковой для всех вариантов) и их выхода на соответствующих вариантах опыта.

Результаты. В среднем по всем культурам кормового севооборота за период 2018–2021 гг. использование органической технологии возделывания способствовало повышению экономической эффективности как в сравнении с контролем, так и в сравнении с технологиями, предусматривающими применение минеральных удобрений в различных нормах от биологизированной до высокоинтенсивной (рис. 1). Стоит при этом заострить внимание на том, что все расчёты проводились в равных условиях и при равной стоимости продукции культур, в том числе и органической.

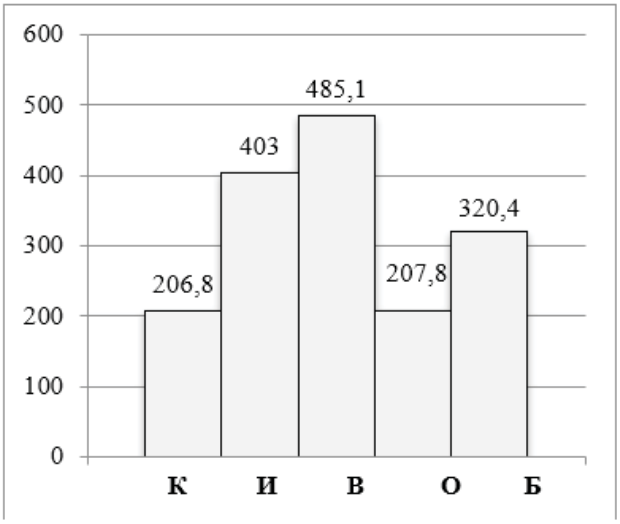
Показатели экономической эффективности при органической технологии возрастали вследствие низких производственных затрат – на уровне контрольной технологии – 2798,3 тыс. руб./100 га, при довольно высокой продуктивности и,



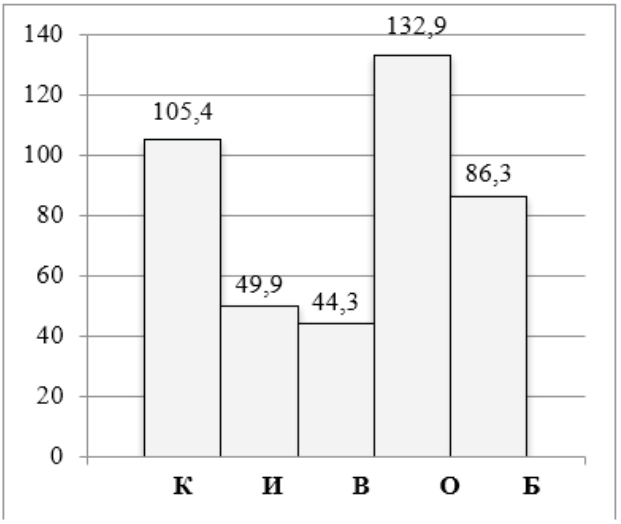
Стоимость валовой продукции, тыс. руб./100 га



Производственные затраты, тыс. руб./100 га



Себестоимость продукции, руб./ц



Уровень рентабельности, %

к – контроль (экстенсивная); и – интенсивная; в – высокоинтенсивная; о – органическая; б – биологизированная.

Рисунок 1 – Экономическая эффективность выращивания кормовых культур в среднем за 2018–2021 гг. в зависимости от технологий возделывания

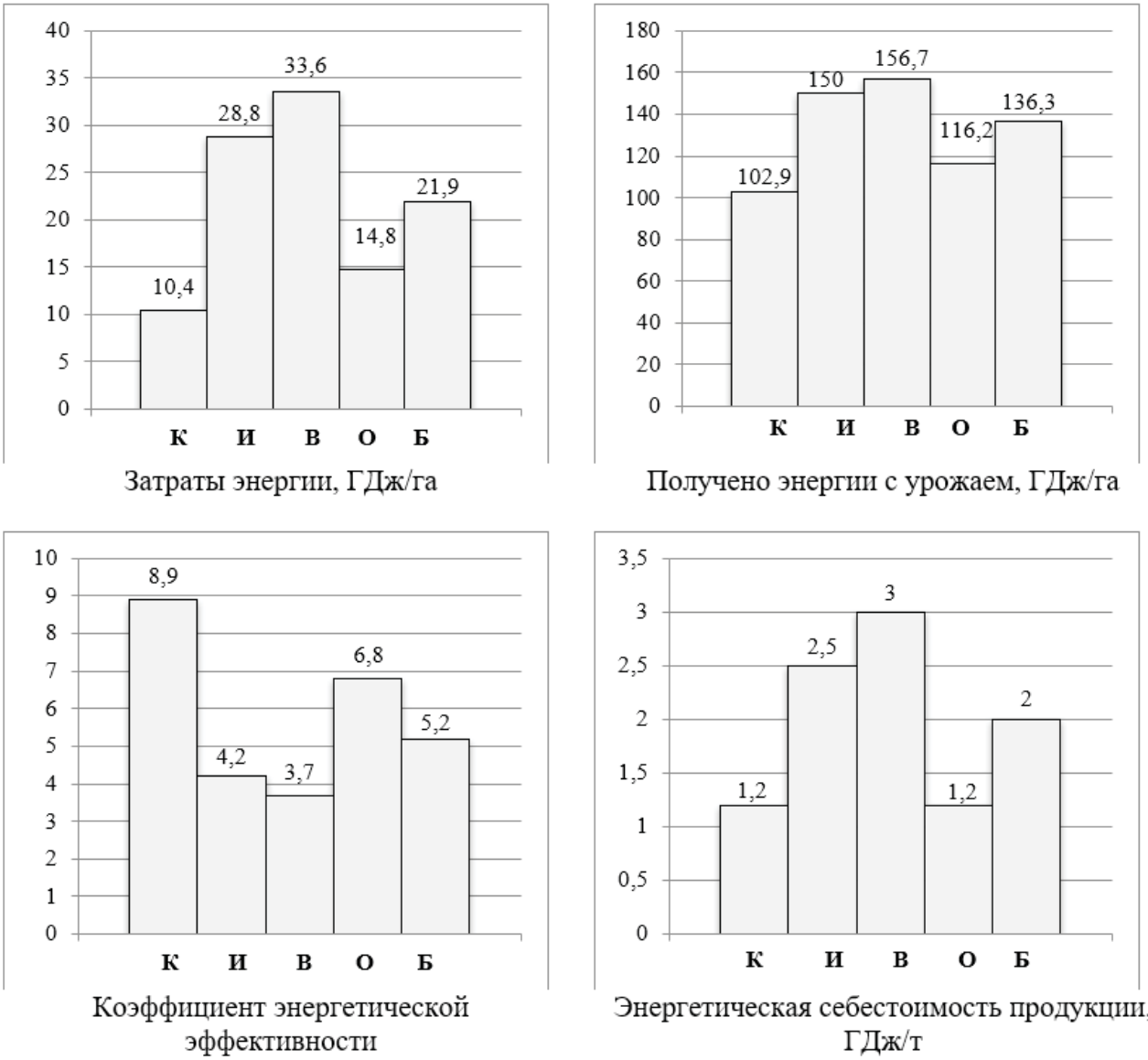


Рисунок 2 – Энергетическая эффективность выращивания кормовых культур в среднем за 2018–2021 гг. в зависимости от технологий возделывания

соответственно, стоимости валовой продукции – 6516,1 тыс. руб./100 га. Это обусловило получение себестоимости 1 ц кормовых единиц основной продукции выращиваемых культур, практически не отличающейся от экстенсивной технологии – 207,8 руб./ц, однако была ниже интенсивных технологий в 1,9–2,3 раза, биологизированной – в 1,5 раза. В итоге применение органической технологии способствовало наибольшей рентабельности издержек с уровнем 132,9%, превышение данного показателя было от 27,5% (в сравнении с контролем) до 88,6% (в сравнении с высокоинтенсивной технологией). Стоит также отметить, что именно на варианте органической технологии была получена наибольшая окупаемость дополнительных затрат – 4,86, тогда как использование минеральных удобрений в средних нормах на интенсивной технологии и в высоких нормах (с дополнительным применением пестицидов) на высокоинтенсивной не способствовало окупаемости урожаем – коэффициент был менее единицы (0,97–0,98). Заметно меньшей окупаемостью, в сравнении с органической, отличалась биологизированная технология с применением низких норм минеральных удобрений (1,52).

С точки зрения оценки применяемых агротехнологий, исключающей влияние диспаритета цен на сельскохозяйственную продукции и ресурсы, затрачиваемые на её получение, целесообразно и более объективно использовать показатели энергетической эффективности.

В среднем за обозреваемый период 2018–2021 гг. энергетическая оценка всех изучаемых технологий показала превышение количества

полученной энергии с урожаем над затраченной, то есть наличие чистого энергетического дохода, а также коэффициента энергетической эффективности выше единицы (рис. 2).

Несмотря на эффективность всех вариантов технологий возделывания по показателям энергетической эффективности, разница между ними была весьма заметной. Закономерной динамикой было увеличение количества затраченной энергии на 1 га при производстве сельскохозяйственной продукции на всех вариантах технологий по сравнению с контролем, однако наименьший прирост затрат был характерен для органической технологии – 42,3%, тогда как при биологизированной он был уже 2,1 раза больше, при интенсивной – в 2,8 раза, а при высокоинтенсивной – в 3,2 раза. Однако справедливо отметить, что на вариантах с применением удобрений и пестицидов увеличивался выход энергии с урожаем в связи с ростом последней. Так, при органической технологии он был на 12,9% выше контроля, при биологизированной – на 32,5%, интенсивной – на 45,8%, высокоинтенсивной – на 52,3%. Но это увеличение не компенсировало количество затраченной энергии, что в итоге привело к снижению, по сравнению с экстенсивной контрольной технологией, коэффициентов энергетической эффективности: при органической технологии – на 23,6%, при биологизированной – на 41,6%, при интенсивных – в 2,1–2,4 раза. В итоге это способствовало увеличению энергетической себестоимости урожая на всех вариантах технологий (биологизированной – в 1,7 раза, интенсивной – в 2,1 раза, высокоинтенсивной – в 2,6 раза), кроме органической – он был на уровне контроля – 1,20 ГДж/т.

Выводы. Результаты четырёхлетних исследований и расчётов (2018–2021 гг.) свидетельствуют, что из пяти изучаемых технологий возделывания, отличающихся интенсивностью фонов питания и защиты растений, наибольшей эффективностью характеризовалась органическая. Обеспечив заметную прибавку продуктивности выращиваемых культур в сравнении с контролем, она способствовала экономии затрат в 1,9–2,3 раза, в сравнении с интенсивными технологиями, и в 1,5 раза, в сравнении с биологизированной, что, в свою очередь, привело к максимальному уровню рентабельности (132,9%) и окупаемости дополнительных затрат – 4,86. По коэффициенту энергетической эффективности (6,8) органическая технология имела преимущество по сравнению с интенсивными и биологизированной технологиями, а по энергетической себестоимости продукции (1,2 ГДж/т) – в сравнении со всеми технологиями, что свидетельствует о целесообразности использования данной технологии при возделывании кормовых культур в севообороте.

Список источников

1. Кулинцев В. В., Дридигер В. К., Удовыдченко В. И. [и др.] Экономическая эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае // Земледелие. 2013. № 7. С. 9–11. ISSN 0044-3913.

2. Узаков Ф. Зависимость ресурсосберегающей технологии возделывания пшеницы от экономической эффективности // Life Sciences and Agriculture. 2020. № 2-3 (7). С. 60–64. DOI 10.24411/2181-0761/2020-10094.

3. Сабитов М. М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 2. С. 13–18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202.

4. Кириллов Н. А., Волков А. И. Эффективность ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 9. С. 12–14. ISSN 1996-4277.

5. Ивенин В. В., Ивенин А. В., Левина А. Г. Эффективность различных технологий и приемов возделывания картофеля // Земледелие. 2010. № 1. С. 33–34. ISSN 0044-3913.

6. Большакова Е. В., Кочевых М. Ю., Труфанов А. М. [и др.] Влияние энергосберегающих технологий обработки почвы, удобрений и гербицидов на засорённость посевов и урожайность полевых культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 26–37. ISSN 0021-342X.

7. Труфанов А. М. Ресурсосбережение в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 2 (42). С. 18–25. ISSN 1998-1635.

8. Ткачук О. А., Павликова Е. В. Сравнительная оценка энергетической эффективности агротехнических приемов в полевых севооборотах лесостепи среднего Поволжья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1690. eISSN 2070-7428.

9. Никитин С. Н., Куликова А. Х., Карпов А. В. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 45–51. DOI 10.18286/1816-4501-2015-4-45-51.

10. Зеленская Т. Г., Степаненко Е. Е., Мандра Ю. А. [и др.] Экологические аспекты органического земледелия // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 3 (35). С. 51–56. DOI 10.31279/2222-9345-2019-8-35-51-56.

11. Дудкин И. В., Дудкина Т. А. Биоэнергетическая оценка факторов биологизации земледелия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 6–10. ISSN 1997-0749.

12. Мерзлая Г. Е., Афанасьев Р. А. Эффективность органического земледелия // Плодородие. 2020. № 5 (116). С. 56–60. DOI 10.25680/S19948603.2020.116.16.

13. Серегина Т. А., Жильников А. А., Мажайский Ю. А. Ограничения и резервы развития органического земледелия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 109–116. ISSN 1997-0749.

14. Мистратова Н. А., Ступницкий Д. Н., Яшин С. Е. Органическое земледелие в России (обзорная статья) // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11 (176). С. 100–107. DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107.

15. Щукин С. В., Труфанов А. М., Лацко-Бартошова М. [и др.] Состояние, перспективы и проблемы развития органического сельского хозяйства в Словакии и России // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 1 (49). С. 17–21. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.004.

References

1. Kulintsev V. V., Dridiger V. K., Udovydchenko V. I. [i dr.] Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologij vozdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Stavropol'skom krae // Zemledelie. 2013. № 7. S. 9–11. ISSN 0044-3913.

2. Uzakov F. Zavisimost' resursosberegayushchej tekhnologii vozdelyvaniya pshenicy ot ekonomicheskoj effektivnosti // Life Sciences and Agriculture. 2020. № 2-3 (7). S. 60–64. DOI 10.24411/2181-0761/2020-10094.

3. Sabitov M. M. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologij vozdelyvaniya kul'tur v zernoparovom sevooborote // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35, № 2. S. 13–18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202.

4. Kirillov N. A., Volkov A. I. Effektivnost' resursosberegayushchih tekhnologij vozdelyvaniya zernovyh kul'tur // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 9. S. 12–14. ISSN 1996-4277.

5. Ivenin V. V., Ivenin A. V., Levina A. G. Effektivnost' razlichnyh tekhnologij i priemov vozdelyvaniya kartofelya // Zemledelie. 2010. № 1. S. 33–34. ISSN 0044-3913.

6. Bol'shakova E. V., Kochevykh M. Yu., Trufanov A. M. [i dr.] Vliyanie energosberegayushchih tekhnologij obrabotki pochvy, udobrenij i gerbicidov na zasoryonnost' posevov i urozhajnost' polevyh kul'tur // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2009. № 3. S. 26–37. ISSN 0021-342X.

7. Trufanov A. M. Resursosberezhenie v tekhnologii vozdelyvaniya yarovoj pshenicy na dernovo-podzolistoj srednesuglinistoj pochve // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2018. № 2 (42). S. 18–25. ISSN 1998-1635.

8. Tkachuk O. A., Pavlikova E. V. Sravnitel'naya ocenka energeticheskoj effektivnosti agrotekhnicheskih priemov v polevyh sevooborotah lesostepi srednego Povolzh'ya // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 1-1. S. 1690. eISSN 2070-7428.

9. Nikitin S. N., Kulikova A. Kh., Karpov A. V. Vliyanie udobrenij na urozhajnost' i bioenergeticheskuyu effektivnost' tekhnologij vozdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v sevooborote // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. № 4 (32). S. 45–51. DOI 10.18286/1816-4501-2015-4-45-51.

10. Zelenskaya T. G., Stepanenko E. E., Mandra Yu. A. [i dr.] Ekologicheskie aspekty organicheskogo zemledeliya // Vestnik APK Stavropol'ya. 2019. № 3 (35). S. 51–56. DOI 10.31279/2222-9345-2019-8-35-51-56.

11. Dudkin I. V., Dudkina T. A. Bioenergeticheskaya ocenka faktorov biologizacii zemledeliya // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2017. № 2. S. 6–10. ISSN 1997-0749.

12. Merzlaya G. E., Afanas'ev R. A. Effektivnost' organicheskogo zemledeliya // Plodorodie. 2020. № 5 (116). S. 56–60. DOI 10.25680/S19948603.2020.116.16.

13. Seregina T. A., Zhil'nikov A. A., Mazhajskij Yu. A. Ogranicheniya i rezervy razvitiya organicheskogo zemledeliya // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 5. S. 109–116. ISSN 1997-0749.

14. Mistratova N. A., Stupnitskij D. N., Yashin S. E. Organicheskoe zemledelie v Rossii (obzornaya stat'ya) // Vestnik KrasGAU. 2021. № 11 (176). S. 100–107. DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107.

15. Shchukin S. V., Trufanov A. M., Lacko-Bartoshova M. [i dr.] Sostoyanie, perspektivy i problemy razvitiya organicheskogo sel'skogo hozyajstva v Slovakii i Rossii // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2020. № 1 (49). S. 17–21. DOI 10.35694/YARCX.2020.49.1.004.

Сведения об авторах

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

Яна Сергеевна Романина – соискатель кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», romanina.yana@yandex.ru.

Валентина Ивановна Дорохова – кандидат экономических наук, доцент, начальник управления по науч-

ной работе и международному сотрудничеству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 1882-2483.
Анастасия Андреевна Лобанова – заведующий отделом кормопроизводства и первичного семеноводства, научный сотрудник, Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», spin-код: 2802-8245.

Information about the authors
Aleksandr M. Trufanov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Professor of the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 5673-4920.
Yana S. Romanina – applicant for the Department of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", romanina.yana@yandex.ru.
Valentina I. Dorokhova – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of the Department of Scientific Work and the International Cooperation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 1882-2483.
Anastasia A. Lobanova – Head of the Department of Feed Production and Primary Seed Production, Research Officer, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – Federal State Budget Scientific Institution "Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology", spin-code: 2802-8245.

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

Научная статья
УДК 635.21:631.67:631.559(470.630)
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.004

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Людмила Викторовна Трубачёва[1], Ольга Ивановна Власова[2], Нестер Сергеевич Коберник[3]
[1, 2, 3]Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия
[1]t-ludmila61@mail.ru
[2]olastgau@mail.ru

Реферат. В условиях зоны неустойчивого увлажнения одного из районов Ставропольского края проводились исследования по изучению влияния способов полива на рост и развитие сортов картофеля. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5%, подвижного фосфора и калия – 30 мг/кг и 389 мг/кг почвы соответственно, pH – 6…8. В разные периоды роста картофельных растений наблюдается неодинаковая потребность в воде. Особенно важно отметить, что максимальная потребность возникает во время цветения, в период, который является критическим для растений. Чтобы избежать негативных последствий, таких как опадение цветков и разрушение молодых завязей, необходимо поддерживать влажность почвы на уровне не ниже 70–80%. В зависимости от способа полива, оросительная норма для картофеля может составлять 2100 м^3/га при поливе дождеванием и 1500 м^3/га – при капельном поливе. Рекомендуется проводить семь поливов по 300 м^3/га при дождевании и пять поливов по 300 м^3/га – при капельном поливе. Коэффициент водопотребления для картофеля составил 70 м^3/т при урожайности 56,0 т/га. Однако при уменьшении урожайности до 53,4 т/га наблюдается повышение коэффициента водопотребления. Подобная зависимость указывает на необходимость регулирования водопотребления в зависимости от урожайности картофеля. В результате исследования было выявлено, что капельный полив является более эффективным способом использования воды. В ходе испытаний было проведено в среднем 27 поливов капельным орошением, каждый длительностью 5 часов. Для достижения урожайности 56,0 тонн на гектар расход воды составил 26,8 кубических метров на тонну, что на 12,47 кубических метров меньше, чем при поливе дождеванием.

Ключевые слова: *орошение, картофель, полив, дождевание, капельное орошение, поливные нормы, урожайность*

INFLUENCE OF IRRIGATION METHODS ON THE YIELD OF POTATO VARIETIES UNDER CONDITIONS OF INSTABLE HUMIDITY ZONE

Lyudmila V. Trubacheva[1], Olga I. Vlasova[2], Nester S. Kobernik[3]
[1, 2, 3]Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia
[1]t-ludmila61@mail.ru
[2]olastgau@mail.ru

Abstract. In the conditions of the instable humidity zone in one of the districts of the Stavropol Territory studies were carried out to study the influence of irrigation methods on the growth and development of potato varieties. The soil of the experimental field is ordinary calcareous clay loamy chernozem with a humus content of 5%, mobile phosphorus and potassium – 30 mg/kg and 389 mg/kg of soil, respectively, pH – 6...8. At different periods of growth of potato plants there is a different need for water. It is especially important to note that maximum demand occurs during flowering, a period that is critical for plants. To avoid negative consequences such as blossom fading and destruction of young ovaries, it is necessary to maintain soil moisture at a level of at least 70–80%. Depending on the irrigation method the irrigation rate for potatoes can be 2100 m^3/ha for sprinkling irrigation and 1500 m^3/ha for drip watering. It is recommended to carry out seven watering of 300 m^3/ha during sprinkling irrigation and five watering of 300 m^3/ha – during drip watering. The consumptive water use factor for potatoes was 70 m^3/t with a yield of 56.0 t/ha. However, when the yield decreases to 53.4 t/ha an increase in the consumptive water use factor is observed. This dependence indicates the need to

regulate consumptive water use depending on the yield of potatoes. As a result of the study, it was revealed that drip watering is a more effective way to use water. During the tests an average of 27 drop irrigation watering was carried out, each lasting 5 hours. To achieve a yield of 56.0 tons per hectare, the water consumption was 26.8 cubic meters per ton, which is 12.47 cubic meters less than when watering with sprinkling irrigation.

Keywords: *irrigation, potatoes, watering, sprinkling irrigation, drop irrigation, irrigation norms, yield*

Финансирование: исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Введение. Картофель – важнейшая продовольственная, техническая и кормовая культура. Под картофелем в Ставропольском крае заняты небольшие площади. Это объясняется тем, что климат области, в связи с повышенным температурным режимом и низкой природной влагообеспеченностью, не благоприятен для выращивания картофеля в условиях богары. Получение высоких и стабильных урожаев картофеля в условиях Ставропольского края возможно только при орошении. Рынок требует расширения ассортимента, увеличения производства устойчивых, высокопродуктивных сортов картофеля разных сроков спелости и с высоким товарным качеством для разностороннего использования. Однако рост и развитие картофеля, накопление урожая клубней в значительной степени зависят от влажности почвы. Эта зависимость у картофеля выражена намного сильнее, чем у других видов сельскохозяйственных культур [1; 2].

В условиях современного сельскохозяйственного производства, когда его главным элементом является ресурсосбережение, важное значение приобретает правильный выбор технологий возделываемых сортов, рационального способа полива. Однако зона неустойчивого увлажнения, в которой расположена большая часть территории Северного Кавказа, характеризуется засушливыми условиями.

Территория сельскохозяйственного предприятия, где проводились исследования, расположена в третьей агроклиматической зоне Ставропольского края, в зоне неустойчивого увлажнения. Поэтому для восполнения дефицита водного баланса проводятся поливы, так как производственное выращивание овощей и картофеля в зоне неустойчивого увлажнения экономически целесообразно лишь при наличии орошения. Орошение, дополняя естественные влагозапасы в почве, обеспечивает высокую и устойчивую урожайность данных культур, Многие учёные считают, что одним из перспективных способов полива сельскохозяйственных культур в настоящее время считается капельное орошение. При дождевании вода распространяется по полю наиболее естественным способом в виде дождя, а точнее, многочисленных капель дождя. Тот или иной способ полива имеет свои положительные и отрицательные особенности. Поэтому нами в условиях зоны неустойчивого увлажнения Новоалександровского района проводились исследования по изучению влияния способов полива на рост и развитие сортов картофеля [3].

Цель исследований заключалась в изучении влияния способов полива на урожайность сортов картофеля в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Методика. В опыте использовались общепринятые методики по возделыванию овощных культур (Б. А. Доспехов, 1985).

В результате проведения исследований выполнялись следующие учёты: фенологические

Полив дождеванием

Капельный полив

Рисунок 1 – Способы полива растений картофеля

наблюдения за ростом и развитием растений (Б. А. Доспехов,1985); биометрические измерения (Методика исследований по культуре картофеля, 1998); определение влажности почвы проводили весовым способом (Б. А. Доспехов, 1987), методикой полевых опытов в условиях орошения (1983), определение водопотребления растений картофеля по фазам роста (А. М. Алпатьев, 1969).

Исследования проводили в почвенно-климатических условиях Новоалександровского района Ставропольского края. Климат умеренно-континентальный, рельеф ровный. Гидрографическая сеть незначительная, в основном состоит из Правоегорлыкского канала. Среднегодовое количество осадков – 538 мм, направление розы господствующих ветров – восток, запад. Гидротермический коэффициент 0,9–1,1. Сумма активных температур 3000–3400ºС. Зима умерено мягкая, лето жаркое, средняя месячная температура в июле-августе +22…+24ºС. Общее число жарких дней 60–80. Осадков за активный вегетационный период выпадает 300–350 мм, в основном ливневого характера. Почвенный покров представлен чернозёмами южными, обыкновенными и выщелоченными. Из-за сложного рельефа в крае часты засухи, суховеи и пыльные бури.

Исследования проводились в 2021–2022 гг. в производственном опыте на площади 1 га. В рамках двухфакторного опыта были исследованы разные способы полива, такие как капельный и дождевание (рис. 1), с поддержанием влажности почвы на уровне 65–70%.

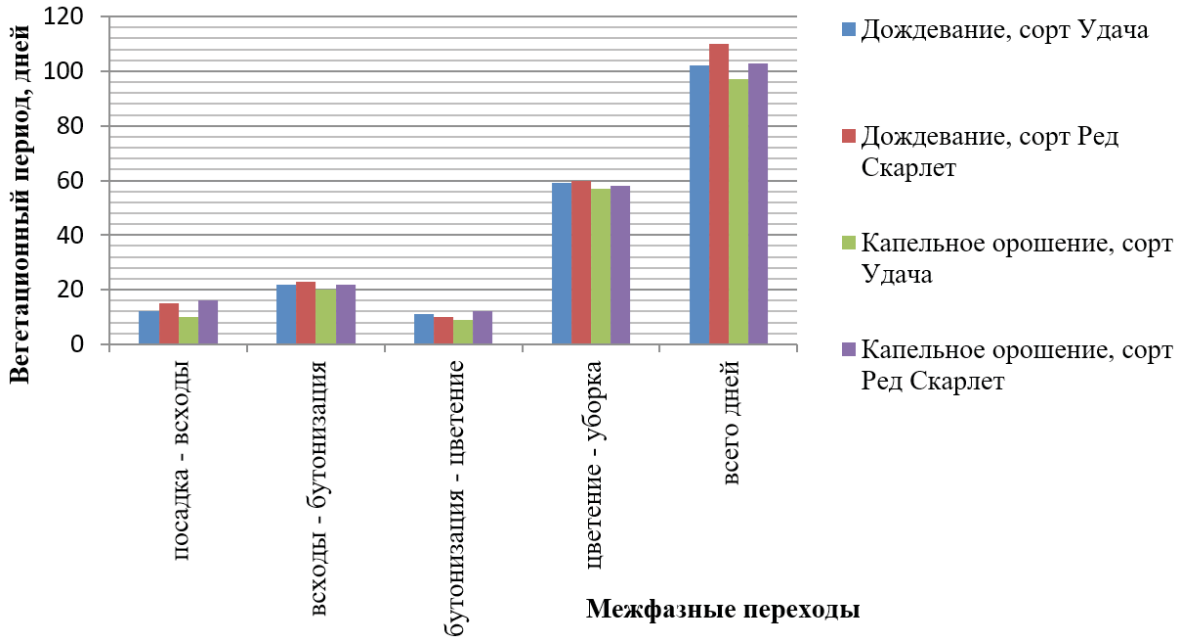


Рисунок 2 – Вегетационный период сортов картофеля, дней

Для орошения использовали дождевальную машину марки «Valley» с расчётной поливной нормой 350–450 м³/га.

Источником орошения служило Новотроицкое водохранилище. По химическому составу воды водохранилища пресные, гидрокарбонатные. Содержание солей в озере составляет 1,2 г/л, поэтому вода для орошения пригодная. С целью уточнения пригодности воды для орошения, на основании химического анализа была проведена её оценка на возможность осолонцевания почв, рассчитан ирригационный коэффициент Стеблера, который составил Ка > 18. Согласно полученному ирригационному коэффициенту качество оросительной воды можно оценить как хорошее [4].

Результаты и их обсуждение. Результаты наблюдений за очерёдностью и продолжительностью фаз вегетации картофеля показывают, что на полях с орошением дождеванием межфазные периоды растений были продолжительнее периодов роста при использовании капельного полива (рис. 2). Например, если на развитие периода всходы – бутонизация при дождевании потребовалось в среднем 25 дней, то на капельном орошении этот период был короче на 2–3 дня. Что касается сортов картофеля, то более продолжительные периоды отмечались на всех вариантах сорта Ред Скарлет.

Во время роста картофельных растений наблюдается неодинаковая потребность в воде. Особенно важно отметить, что максимальная потребность возникает во время цветения, в период, который является критическим для растений. Чтобы избежать негативных последствий, таких как

опадение цветков и разрушение молодых завязей, необходимо поддерживать влажность почвы на уровне не ниже 70–80% [5].

Также следует учесть, что температура воды, используемой для полива, должна колебаться в пределах 20–25ºС. Капельный полив, в отличие от других методов полива, не оказывает негативного влияния на листву растений, поэтому его можно использовать круглосуточно. Оптимальная влажность воздуха для картофельных растений составляет 60–70%. Высокая влажность предоставляет благоприятную среду для развития грибковых инфекций на картофельных кустах. В экспериментальных условиях было обнаружено распространение следующих заболеваний: фитофтороз, альтернариоз, вертициллёз и вершинная гниль.

Общий объём потребления воды растениями формируется из трёх основных компонентов: атмосферных осадков, оросительной нормы и влаги, которая извлекается из почвы (табл. 1).

В зависимости от способа полива, оросительная норма для картофеля может составлять 2100 м³/га при поливе дождеванием и 1500 м³/га – при капельном поливе. Рекомендуется проводить семь поливов по 300 м³/га при дождевании и пять поливов по 300 м³/га – при капельном поливе.

Коэффициент водопотребления для картофеля составляет 70 м³/т при урожайности 56,0 т/га.

Таблица 1 – Водный баланс полей картофеля, м³/га

Способы полива	Поливная норма, м³/га	Оросительная норма, м³/га	Суммарное водопотребление, м³/га	Коэффициент водопотребления, м³/т	Средняя урожайность, т/га
Дождевание	300/7	2100	4750	89	53,4
Капельный полив	300/5	1500	3800	70	56,0

Однако при уменьшении урожайности до 53,4 т/га наблюдается повышение коэффициента водопотребления. Подобная зависимость указывает на необходимость регулирования водопотребления в зависимости от урожайности картофеля.

Сравнивая вегетационные периоды картофеля в 2021 и 2022 годах, можно заметить разницу в уровне осадков. Так, в 2021 году количество осадков составило 550 мм, что можно охарактеризовать как среднюю обеспеченность осадками. В то же время, в 2022 году наблюдалось средневлажное состояние почвы с уровнем осадков равным 450 мм. Эти изменения погодных условий указывают на вариативность уровня влажности в разные годы.

Для достижения оптимальной влажности почвы на уровне 75–80% от нормы, рекомендуется проводить вегетационные поливы [6; 7].

В результате исследования было выявлено, что капельный полив является более эффективным способом использования воды. В ходе испытаний было проведено в среднем 27 поливов капельным орошением, каждый длительностью 5 часов. Для достижения урожайности 56,0 тонн на гектар расход воды составил 26,8 кубических метров на тонну, что на 12,47 кубических метров меньше, чем при поливе дождеванием (табл. 2) [5; 8].

Согласно результатам исследования, сорт Ред Скарлет показал наиболее высокую урожайность при поливе дождеванием – 61,9 тонн на гектар.

Таблица 2 – Условия водообеспеченности по вариантам опыта

Способ полива	Оросительная норма, м³/га	Урожайность, т/га	Расход воды на создание единицы урожая, м³/т
Дождевание	2100	53,4	39,3
Капельный полив	1500	56,0	26,8

С другой стороны, сорт Удача обеспечивал большее количество клубней с одного растения, однако они были мелкой фракции, и урожайность составила всего 45,0 тонн на гектар.

Эти результаты позволяют сделать вывод о предпочтительности полива дождеванием для сорта Ред Скарлет, так как это позволяет увеличить урожайность на 10–13 тонн по сравнению с капельным поливом. С другой стороны, сорт Удача более эффективно выращивать с использованием капельного полива, так как это позволяет увеличить урожай на 18 тонн по сравнению с поливом дождеванием.

Выводы. Таким образом, применение капельного полива стимулирует развитие больших клубней картофеля, весом от 100 г и более, что

приводит к увеличению урожайности в среднем на 13,0 тонн на гектар. В свою очередь, полив дождеванием способствует формированию средних и мелких клубней, что может быть особенно важно при использовании картофеля для семеноводства.

Список источников

1. Болотин Д. А. К методике расчета систем капельного орошения // Орошаемое земледелие. 2016. № 3. С. 17–18. ISSN 2618-8279.

2. Бондаренко А. Н., Мухортова Т. В., Мягкова Е. Г. Возделывание картофеля при совместном капельном и спринклерном орошении – перспективная инновация для крестьянско-фермерских хозяйств аридной зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 97–105. ISSN 2071-9485.

3. Трубачева Л. В., Власова О. И., Вольтерс И. А., Шабалдас О. Г., Передериева В. М. Дифференциация поливных режимов в разработке ресурсосберегающих технологий выращивания картофеля в зоне неустойчивого увлажнения // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4. С. 5–11. doi:10.35694/YARCX.2022.60.4.001.

4. Григоров М. С., Жидков В. М., Захаров В. В. Ресурсосберегающий режим капельного орошения при выращивании картофеля // Аграрная наука. 2011. № 5. С. 20–22. ISSN 0869-8155.

5. Vlasova O. I., Perederieva V. M., Volters I. A. [et al.] Change in microbiological activity under the effect of biological factors of soil fertility in the Central Fore-caucasus chernozems // Biology and Medicine. 2015. Vol. 7, № 5. P. BM-146-15. eISSN 0974-8369.

6. Айтбаева А. Т., Айтбаев Т. Е. Защита растений картофеля от вредных организмов в системе капельного орошения на юго-востоке Казахстана // Селекция и семеноводство овощных культур. 2014. № 45. С. 60–69. EDN UKEPQT.

7. Трубачева Л. В., Шабалдас О. Г., Власова О. И. [и др.] Целесообразность внедрения перспективных способов полива сельскохозяйственных культур в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 4 (36). С. 71–76. DOI 10.31279/2222-9345-2019-8-36-71-76.

8. Esaulko A. N., Salenko E. A., Sigida M. S. [et al.] Agrochemical principles of targetting winter wheat yield on leached chernozem of the Stavropol elevation // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12, № 1. P. 301–309. DOI 10.13005/bbra/1666.

References

1. Bolotin D. A. K metodike rascheta sistem kapel'nogo orosheniya // Oroshaemoe zemledelie. 2016. № 3. S. 17–18. ISSN 2618-8279.

2. Bondarenko A. N., Mukhortova T. V., Myagkova E. G. Vozdelyvanie kartofelya pri sovmestnom kapel'nom i sprinklernom oroshenii – perspektivnaya innovaciya dlya krest'yansko-fermerskih hozyajstv aridnoj zony // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. № 4 (44). S. 97–105. ISSN 2071-9485.

3. Trubacheva L. V., Vlasova O. I., Vol'ters I. A., Shabaldas O. G., Perederieva V. M. Differenciaciya polivnyh rezhimov v razrabotke resursosberegayushchih tekhnologij vyrashchivaniya kartofelya v zone neustojchivogo uvlazhneniya // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 4. S. 5–11. doi:10.35694/YARCX.2022.60.4.001.

4. Grigorov M. S., Zhidkov V. M., Zakharov V. V. Resursosberegayushchij rezhim kapel'nogo orosheniya pri vyrashchivanii kartofelya // Agrarnaya nauka. 2011. № 5. S. 20–22. ISSN 0869-8155.

5. Vlasova O. I., Perederieva V. M., Volters I. A. [et al.] Change in microbiological activity under the effect of biological factors of soil fertility in the Central Fore-caucasus chernozems // Biology and Medicine. 2015. Vol. 7, № 5. P. BM-146-15. eISSN 0974-8369.

6. Ajtbaeva A. T., Ajtbaev T. E. Zashchita rastenij kartofelya ot vrednyh organizmov v sisteme kapel'nogo orosheniya na yugo-vostoke Kazahstana // Selekciya i semenovodstvo ovoshchnyh kul'tur. 2014. № 45. S. 60–69. EDN UKEPQT.

7. Trubacheva L. V., Shabaldas O. G., Vlasova O. I. [i dr.] Celesoobraznost' vnedreniya perspektivnyh sposobov poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur v usloviyah zony neustojchivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraya // Vestnik APK Stavropol'ya. 2019. № 4 (36). S. 71–76. DOI 10.31279/2222-9345-2019-8-36-71-76.

8. Esaulko A. N., Salenko E. A., Sigida M. S. [et al.] Agrochemical principles of targetting winter wheat yield on leached chernozem of the Stavropol elevation // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12, № 1. P. 301–309. DOI 10.13005/bbra/1666.

Сведения об авторах

Людмила Викторовна Трубачева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. Ф. И. Бобрышева, Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», spin-код: 6219-5720.
Ольга Ивановна Власова – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий базовой кафедрой общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. Ф. И. Бобрышева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», spin-код: 8604-9390.
Нестер Сергеевич Коберник – магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет».

Information about the authors
Lyudmila V. Trubacheva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Crop Production, Breeding and Seed Production named after Professor F. I. Bobryshev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Stavropol State Agrarian University", spin-code: 6219-5720
Olga I. Vlasova – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Basic Department of General Agriculture, Crop Production, Breeding and Seed Production named after Professor F. I. Bobryshev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Stavropol State Agrarian University", spin-code: 8604-9390.
Nestor S. Kobernik – second-year Master's student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Stavropol State Agrarian University".

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

Научная статья
УДК 636.082/22.04
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.005

БИОКОНВЕРСИЯ ПРОТЕИНА И ЭНЕРГИИ КОРМА В МЯСНУЮ ПРОДУКЦИЮ ТЁЛОК РАЗНОГО ГЕНОТИПА

В. И. Косилов[1], И. В. Миронова[2, 3], Г. М. Долженкова[4], Р. М. Хабибуллин[5], З. А. Галиева[6, 7]

[1]Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия
[2, 4, 5, 6]Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия
[3, 7]Уфимский государственный нефтяной технологический университет, Уфа, Россия

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

Реферат. В статье приводятся результаты оценки эффективности трансформации питательных веществ и энергии кормов рациона чистопородными тёлками чёрно-пёстрой породы (I группа), её помесями с голштинами первого поколения (½ голтштин × ½ чёрно-пёстрая – II группа) и помесями второго поколения (¾ голштин × ¼ чёрно-пёстрая – III группа). Новизна работы заключается в том, что исследования такого плана при использовании в качестве объекта чистопородных и помесных тёлок проведены впервые. Установлено, что помесные тёлки II и III групп отличались меньшим, чем чистопородные сверстницы I группы, расходом сырого протеина и энергии на 1 кг прироста живой массы на 2,35–3,78% и 4,58–10,62% соответственно. При этом чистопородные тёлки I группы уступали помесям II и III групп по массе съедобных частей туши на 11,20–16,68 кг (6,85–10,21%), содержанию белка – на 2,82–4,61 кг (9,58–15,65%), экстрагируемого жира – на 3,68–5,26 кг (17,79–24,24%). Помесный молодняк II и III групп превосходил чистопородных сверстников I группы по выходу белка, экстрагируемого жира и энергии на 1 кг предубойной живой массы. Коэффициент биоконверсии протеина корма в мясной продукции у тёлок I, II и III групп в белок находился на уровне 7,25%, 7,53%, 7,97%, а энергии – 6,15%, 6,40% и 6,51% соответственно.

Ключевые слова: *скотоводство, скрещивание, чёрно-пёстрая порода, помеси с голштинами, тёлки, протеин, энергия корма, биоконверсия*

BIOCONVERSION OF PROTEIN AND FEED ENERGY INTO MEAT PRODUCTS OF HEIFERS OF DIFFERENT GENOTYPES

Vladimir I. Kosilov[1], Irina V. Mironova[2, 3], Galina M. Dolzhenkova[4], Ruzel M. Khabibullin[5], Zulfiya A. Galieva[6, 7]

[1]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia
[2, 4, 5, 6]Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia
[3, 7]Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

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

Absract. The results of the efficiency assessment of nutrients transformation and energy of ration feed by purebred Black-and-White heifers (group I), its crossbreeds with the first Holstein generation (½ Holtstein × ½ Black-and-White – group II) and second generation crossbreeds (¾ Holstein × ¼ Black-and-White – group III) are given in article. The novelty of the work is that research of this kind using purebred and mixed bred heifers as an object was carried out for the first time. It was established that mixed bred heifers of groups II and III differed in less than the purebred herdmates of group I the consumption of raw protein and energy per 1 kg of live weight gain by 2.35–3.78% and 4.58–10.62%, respectively. At the same time, purebred heifers of group I were inferior to crossbreds of groups II and III in terms of weight of edible parts of the carcass by 11.20–16.68 kg (6.85–10.21%), protein content – by 2.82–4.61 kg (9.58–15.65%), extractable fat –

by 3.68–5.26 kg (17.79–24.24%). Mixed bred young animals of groups II and III were superior to purebred herdmates of group I in terms of protein yield, extractable fat and energy per 1 kg of preslaughter live weight. The bioconversion coefficient of the feed protein in meat products in heifers of groups I, II and III into protein was at the level of 7.25%, 7.53%, 7.97%, and energy – 6.15%, 6.40% and 6. 51%, respectively.

Keywords: *cattle breeding, crossbreeding, Black-and-White breed, crossbreeds with Holsteins, heifers, protein, feed energy, bioconversion*

Введение. Основной задачей агропромышленного комплекса является удовлетворение потребностей населения страны в продуктах питания [1–8]. Особо остро стоит вопрос увеличения производства мяса и мясопродуктов [9–12]. С этой целью необходимо разработать комплекс неотложных мер по разработке путей и методов рационального использования генетических ресурсов отрасли скотоводства как отечественной, так и зарубежной селекции [13–15]. Перспективным направлением решения этой задачи является широкое внедрение в скотоводстве межпородного скрещивания. Помесный молодняк в большинстве случаев отличается повышенным уровнем продуктивных качеств и оплатой корма приростом [16–18]. Это обусловлено проявлением эффекта скрещивания, или гетерозиса.

Материалы и методы исследований. С целью оценки эффективности биоконверсии протеина и энергии кормов рациона в белок и энергию мясной продукции в 18-месячном возрасте по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977) [19] провели контрольный убой трёх тёлок из каждой группы: I группа – чёрно-пёстрая, II группа – ½ голштин × ½ чёрно-пёстрая, III группа – ¾ голштин × ¼ чёрно-пёстрая. После первичной обработки, обвалки и жиловки съедобной части правой полутуши были взяты образцы средней пробы мяса-фарша массой 400 г. По общепринятым методикам был определён химический состав и энергетическая ценность мясной продукции. На основе полученных данных был рассчитан коэффициент биоконверсии протеина и энергии кормов рациона в белок и энергию съедобных частей туши.

Результаты исследований. Известно, что эффективность использования питательных веществ и энергии кормов рациона обусловлена сложным взаимодействием генотипических и паратипических факторов. В то же время следует иметь ввиду, что при содержании в одинаковых технологических условиях и использовании одинаковых, сбалансированных по основным питательных веществам и энергии рационов кормления эффективность трансформирования протеина и энергии корма в белок и энергию мясной продукции зависит от генотипа откармливаемого молодняка. Об этом убедительно свидетельствуют полученные нами экспериментальные материалы. Вследствие проявления эффекта скрещивания помесные тёлки отличались более эффективной биоконверсией протеина и энергии кормового рациона в белок и энергию съедобной части туши (табл. 1).

Установлено, что чистопородный молодняк I группы затрачивал больше сырого протеина на 1 кг прироста живой массы, чем помесные сверстницы II и III групп, на 27,52 г (2,35%) и 43,74 г (3,78%) соответственно. При этом помеси II и III групп затрачивали меньше энергии на синтез 1 кг прироста массы тела, чем чистопородный молодняк. Разница составляла 3,97 мДж (4,58%) и 8,70 мДж (10,62%).

Установлены межгрупповые различия по массе съедобных частей туши, обусловленные неодинаковыми затратами питательных веществ и энергии на синтез мясной продукции. При этом отмечалось преимущество помесного молодняка II и III групп над чистопородными сверстницами I группы, которое составляло 11,20 кг (6,35%) и 16,68 кг (10,21%). Межгрупповые различия по массе съедобных частей туши и её химическому составу обусловили неодинаковое содержание белка и экстрагируемого жира. При этом преимущество было на стороне помесного молодняка. Достаточно отметить, что чистопородные тёлки I группы уступали ему по выходу белка в съедобной части туши на 2,82 кг (9,58%) и 4,61 кг (15,65%), экстрагируемого жира – на 3,86 кг (17,79%) и 5,26 кг (24,24%).

Известно, что выход питательных веществ и энергии на 1 кг предубойной живой массы является важным показателем, дающим объективную оценку их биоконверсии в мясную продукцию. Полученные данные и их анализ свидетельствуют о преимуществе помесных тёлок над чистопородными животными.

Так, чистопородные тёлки I группы уступали помесным сверстницам II и III групп по выходу на 1 кг предубойной живой массы белка на 3,60 г (4,68%) и 5,98 г (7,77%), экстрагируемого жира – на 7,11 г (12,53%) и 8,95 г (15,78%), энергии – на 377 Дж (10,80%) и 489 Дж (14,00%).

Интегрированным показателем, во многом характеризующим эффективность трансформации питательных веществ и энергии кормов рациона в мясную продукцию, является коэффициент их биоконверсии.

Полученные данные и их анализ свидетельствуют, что величина коэффициента биоконверсии

обусловлена генотипом тёлок. При этом отмечено лидирующее положение помесного молодняка по его уровню, что обусловлено проявлением эффекта скрещивания. Достаточно отметить, что помесные тёлки II и III групп превосходили чистопородных сверстниц по величине коэффициента биоконверсии протеина корма в белок мясной продукции на 0,28 и 0,72% соответственно. Аналогичные межгрупповые различия отмечались и по уровню коэффициента биоконверсии энергии. При этом чистопородные тёлки I группы уступали помесному молодняку II и III групп по величине анализируемого показателя на 0,35 и 0,36%.

Анализ полученных экспериментальных материалов свидетельствует, что по всем показателям, характеризующим эффективность биоконверсии питательных веществ и энергии кормового рациона в мясную продукцию, занимали помеси второго поколения по голштинам III группы. Они отличались меньшими затратами сырого протеина и энергии на синтез 1 кг прироста живой массы на 16,22 г (1,40%) и 4,73 мДж (5,78%), превосходили их по массе съедобных частей туши на 5,48 кг (3,14%), содержанию белка и экстрагируемого жира в мякоти туши – на 1,79 кг (5,55%) и 1,40 кг (5,48%), выходу на 1 кг предубойной живой массы

Таблица 1 – Эффективность биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию съедобной части туши чистопородных и помесных тёлок в 18 мес.

Группа	Потреблено на 1 кг прироста живой массы		Масса съедобных частей туши, кг	Содержание питательных веществ в съедобной части туши, кг		Выход на 1 кг предубойной живой массы			Коэффициент биоконверсии, %	
	сырого протеина	энергии, мДж		белка	экстрагируемого жира	белка, г	экстрагируемого жира, г	энергии, мДж	протеина	энергии
I	1200,49	90,58	163,42	79±2,10	2,38	76,99	56,73	3,492	7,25	6,15
II	1172,97	86,61	174,62	83±2,34	2,51	80,59	63,84	3,869	7,53	6,40
III	1156,75	81,88	180,10	86±2,43	2,70	82,97	65,68	3,981	7,97	6,51

белка – на 2,38 г (2,95%), экстрагируемого жира – на 1,84 (2,88%), энергии – на 112 Дж (2,89%), величине коэффициента биоконверсии протеина и энергии в белок и энергию мясной продукции – на 0,44 и 0,11%.

Выводы. Тёлки чёрно-пёстрой породы и её помеси с голштинами первого и второго поколения отличались довольно высокой эффективностью трансформации протеина и энергии кормового рациона в белок и энергию съедобных частей туши. Это обусловлено высокой оплатой протеина и энергии кормов рациона мясной продукции, содержанием белка и экстрагируемого жира в мякоти туши, их выходом на 1 кг предубойной живой массы. На достаточно высоком уровне находился коэффициент биоконверсии питательных веществ и энергии. При этом вследствие проявления эффекта скрещивания преимущество по всем показателям, характеризующим эффективность трансформации протеина и энергии кормов рациона в белок и энергию съедобной части туши, отличались помесные тёлки. Лидирующее положение по всем показателям занимали тёлки второго поколения III группы.

Список источников

1. 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.

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

3. Косилов В. И., Мироненко С. И., Андриенко Д. А. [и др.] Использование генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для увеличения производства говядины на Южном Урале : монография. Оренбург : Изд-во Оренбургский государственный аграрный университет, 2016. 316 с. ISBN 978-5-88838-965-2.

4. Комарова Н. К., Косилов В. И., Исайкина Е. Ю. [и др.] Новые технологические методы повышения молочной продуктивности коров на основе лазерного излучения : монография. М. : «Омега-Л», 2015. 192 с. ISBN 978-5-370-03565-4.

5. Сенченко О. В., Миронова И. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность и качество молока-сырья коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы при скармливании энергетика Промелакт // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 90–93. ISSN 2073-0853.

6. Миронова И. В., Косилов В. И., Нигматьянов А. А. [и др.] Закономерность использования энергии рационов коровами черно-пестрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки : сб. науч. тр., посвященный 100-летию Уральской сельскохозяйственной опытной станции. Уральск : Изд-во Западно-Казахстанский филиал АО «Национальный центр научно-технической информации», 2014. С. 259–265. ISBN 978-601-7546-26-7.

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

8. Косилов В. И., Миронова И. В. Влияние генотипа тёлок на морфологический состав туши // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 40–45. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.006.

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

10. 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.

11. 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.

12. Рахимжанова И. А., Ребезов М. Б., Миронова И. В. [и др.] Убойные качества тёлок чёрно-пёстрой породы и её помесей разных поколений с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 285–290. ISSN 2073-0853.

13. Никонова Е. А., Комарова Н. К., Бабичева И. А. [и др.] Влияние генотипа бычков на убойные качества // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 243–247. ISSN 2073-0853.

14. 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 July 2020). IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 624. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131.

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. Сер. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management" (Veliky Novgorod, 22 October 2020). IOP Publishing Ltd, 2020. Vol. 613. P. 012018. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012018.

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). IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 848. P. 012062. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012062.

17. 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. Сер. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management". (Veliky Novgorod, 22 October 2020). IOP Publishing Ltd, 2020. Vol. 613. P. 012090. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012090.

18. Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А. Влияние генотипа молодняка крупного рогатого скота на биоконверсию протеина и энергии корма в белок и энергию съедобной части туши // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11 (176). С. 160–166. DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-160-166.

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.

References

1. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Produktivnye kachestva bychkov cherno-pestroj i simmental'skoj porod i ih dvuh-trekhporodnyh pomesej // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2012. № 7. S. 8–11. ISSN 0026-9034.

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

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

4. Komarova N. K., Kosilov V. I., Isajkina E. Yu. [i dr.] Novye tekhnologicheskie metody povysheniya molochnoj produktivnosti korov na osnove lazernogo izlucheniya : monografiya. M. : «Omega-L», 2015. 192 s. ISBN 978-5-370-03565-4.

5. Senchenko O. V., Mironova I. V., Kosilov V. I. Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka-syr'ya korov-pervotyolok chyorno-pyostroj porody pri skarmlivanii energetika Promelakt // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 1 (57). S. 90–93. ISSN 2073-0853.

6. Mironova I. V., Kosilov V. I., Nigmat'yanov A. A. [i dr.] Zakonomernost' ispol'zovaniya energii racionov korovami cherno-pestroj porody pri vvedenii v racion probioticheskoj dobavki «Vetosporin-aktiv» // Aktual'nye napravleniya razvitiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v sovremennyh tendenciyah agrarnoj nauki : sb. nauch. tr., posvyashchennyj 100-letiyu Ural'skoj sel'skohozyajstvennoj opytnoj stancii. Ural'sk : Izd-vo Zapadno-Kazahstanskij filial AO «Nacional'nyj centr nauchno-tekhnicheskoj informacii», 2014. S. 259–265. ISBN 978-601-7546-26-7.

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

8. Kosilov V. I., Mironova I. V. Vliyanie genotipa tyolok na morfologicheskij sostav tushi // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2022. № 3 (59). S. 40–45. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.006.

9. Startseva N. V. Ekster'ernye osobennosti tyolok chyorno-pyostroj porody i eyo pomesej raznyh pokolenij s golshtinami // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (93). S. 233–238. ISSN 2073-0853.

10. Kosilov V. I., Komarova N. K., Yuldashbaev Yu. A. [i dr.] Kachestvo estestvenno-anatomicheskih chastej polutushi molodnyaka chyorno-pyostroj porody i eyo pomesej s golshtinami // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4 (90). S. 245–250. ISSN 2073-0853.

11. Nikonova E. A. Kachestvennye pokazateli tushi molodnyaka kazahskoj belogolovoj porody i eyo pomesej ot vvodnogo skreshchivaniya s gerefordami ural'skogo tipa // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (91). S. 254–260. ISSN 2073-0853.

12. Rakhimzhanova I. A., Rebezov M. B., Mironova I. V. [i dr.] Ubojnye kachestva tyolok chyorno-pyostroj porody i eyo pomesej raznyh pokolenij s golshtinami // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 4 (96). S. 285–290. ISSN 2073-0853.

13. Nikonova E. A., Komarova N. K., Babicheva I. A. [i dr.] Vliyanie genotipa bychkov na ubojnye kachestva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 4 (96). S. 243–247. ISSN 2073-0853.

14. 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. Cep. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness" (Omsk City, Western Siberia, 04–05 July 2020). IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 624. P. 012131. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012131.

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. Cep. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management" (Veliky Novgorod, 22 October 2020). IOP Publishing Ltd, 2020. Vol. 613. P. 012018. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012018.

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). IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 848. P. 012062. DOI 10.1088/1755-1315/848/1/012062.

17. 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. Cep. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management". (Veliky Novgorod, 22 October 2020). IOP Publishing Ltd, 2020. Vol. 613. P. 012090. DOI 10.1088/1755-1315/613/1/012090.

18. Kosilov V. I., Yuldashbaev Yu. A. Vliyanie genotipa molodnyaka krupnogo rogatogo skota na biokonversiyu proteina i energii korma v belok i energiyu s"edobnoj chasti tushi // Vestnik KrasGAU. 2021. № 11 (176). S. 160–166. DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-160-166.

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

Сведения об авторах

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

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

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

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

Зульфия Асхатовна Галиева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технологический университет», spin-код: 5315-9065.

Information about the authors

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

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

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

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

Zulfiya A. Galieva – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Technology of Meat, Dairy Products and Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Agrarian University"; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University", spin-code: 5315-9065.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 638.14
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.006

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОВИТОСТИ ПЧЕЛИНЫХ МАТОК И ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ СРЕДНЕРУССКОЙ ПОРОДЫ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ СТИМУЛИРУЮЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Екатерина Андреевна Горнич[1], Михаил Константинович Чугреев[2], Александр Владимирович Коновалов[3]
[1, 2, 3]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]gornich@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-3992-7386
[2]chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[3]yaniizhk@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6127-6789

Реферат. Разработан состав и технология производства новой экологически безопасной комплексной кормовой стимулирующей добавки «ЯрГАУ-01-ПЧ» для повышения интенсивности развития пчелиных семей в весенне-летний период; предложен и опробован способ её применения в условиях Ярославской области. Изучены: интенсивность развития пчелиных семей, характер влияния стимулирующей кормовой добавки на плодовитость пчелиных маток, интенсивность развития пчелиных семей, а именно, на яйценоскость пчелиных маток, динамику увеличения количества пчёл в семьях; на динамику увеличения количества печатного расплода в семьях; на продолжительность жизни рабочих особей. Установлено, что с применением специального дополнительного приёма в технологии пчеловождения – регулярного подкармливания пчёл сахарным сиропом, обогащённым новой комплексной кормовой стимулирующей добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», увеличивается яйценоскость пчелиных маток и повышается интенсивность развития пчелиных семей в весенне-летний период. Яйценоскость пчелиных маток увеличивается в среднем на 18,7%, а это, в свою очередь, повышает интенсивность роста пчелиных семей. Количество пчёл в семьях опытной группы в среднем составило 24,2 улочки, что соответствует массе 7,26 кг. Такие сильные семьи способны проявить высокую продуктивность по сбору мёда и пыльцы, а также качественно выполнить работу по опылению энтомофильных культур. Количество печатного расплода в пчелиных семьях увеличилось к концу июня до 273,7 сотен ячеек, из которых выведется 2,74 кг рабочих пчёл, или на 29,5% больше, чем в контроле. Это весьма значимое количество, которое также будет способствовать формированию мощных пчелиных семей к началу июля, т.е. к началу главного медосбора. Продолжительность жизни рабочих пчёл, получавших разработанную подкормку, по сравнению с контролем, была в среднем больше на 16,2%, т.е. пчёлы жили на 3,25 суток дольше, что обуславливает повышение интенсивности роста пчелиных семей.

Ключевые слова: *кормовая добавка, среднерусская пчела, лактулоза, янтарная кислота, инулин, лизоцим, яйценоскость, интенсивность развития*

A METHOD FOR INCREASING THE FERTILITY OF QUEEN BEES AND THE GROWTH INTENSITY OF BEE COLONIES OF THE CENTRAL RUSSIAN BREED DUE TO THE USE OF A NEW STIMULATING FEED ADDITIVE

Ekaterina A. Gornich[1], Mikhail K. Chugreev[2], Aleksandr V. Konovalov[3]
[1, 2, 3]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]gornich@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-3992-7386
[2]chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[3]yaniizhk@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6127-6789

Abstract. The composition and technology of the production of the new environmentally safe complex feed stimulating additive "YarGAU-01-PCH" was developed to increase the intensity of development of bee

colonies in the spring-summer period, a method of its application in conditions of the Yaroslavl region has been proposed and tested. The intensity of development of bee colonies, the nature of the influence of a stimulating feed additive on the fertility of queen bees, the intensity of development of bee families, namely, on the egg producing ability of queen bees, the dynamics of an increase in the number of bees in colonies, on the dynamics of increasing the number of sealed brood in colonies, on the life span of worker bees were studied. It was established that with the use of a special additional technique in beekeeping technology - regular feeding of bees with sugar syrup enriched with the new complex feed stimulating additive "YarGAU-01-PCH", the egg producing ability of queen bees increases and the intensity of development of bee colonies in the spring and summer period increases. Egg producing ability of queen bees increases by an average of 18.7%, and this, in turn, increases the growth intensity of bee colonies. The number of bees in the colonies of the experimental group averaged 24.2 seams of bees between two combs which corresponds to a mass of 7.26 kg. Such strong colonies are able to show high productivity in collecting of honey and pollen, as well as qualitatively perform work on the pollination of entomophilous crops. The number of sealed brood in bee colonies increased by the end of June to 273.7 hundred cells, from which 2.74 kg of worker bees will be hatched or 29.5% more than in control. This is a very significant amount which will also contribute to the formation of powerful bee colonies by the beginning of July, i.e. by the beginning of the main honey collection. The life span of bee workers who received the developed feeding, compared with the control, was on average 16.2% more, i.e. bees lived 3.25 days longer which causes an increase in the growth intensity of bee colonies.

Keywords: *feed additive, Central Russian bee, lactulose, succinic acid, inulin, lysozyme, egg producing ability, development intensity*

Финансирование: исследование выполнено в рамках поискового научного исследования по теме «Разработка функциональных кормов и кормовых добавок с пробиотическими, пребиотическими, антиоксидантными, седативными свойствами для сельскохозяйственных животных на основе экологически безопасного сырья и побочной продукции перерабатывающей промышленности с подготовкой нормативно-технической документации», № 123081600042-1.

Введение. С переходом от ранних примитивных методов к рациональному пчеловодству и, тем более, в условиях современного уровня развития науки и технологий, пчеловодство превратилось в самостоятельную отрасль аграрного производства. Накопленные знания обусловили возможность пчеловодов оказывать влияние на продуктивность пчелиных семей разными способами, в том числе за счёт применения стимулирующих и профилактических подкормок. Только сильные пчелиные семьи с плодовитыми матками могут проявлять высокую продуктивность и активность в работе на опылении энтомофильных культур. Особенно важно, чтобы пчелиные семьи успели развиться и нарастить максимальную силу к началу основного медосбора, который начинается на севере Нечерноземья, где расположена Ярославская область, в первых числах июля. Этот регион лежит в подзоне южной тайги, для которой характерны обильные, но весьма короткие по срокам, медосборы.

В современном пчеловодстве применяют различные стимулирующие и профилактические подкормки [1–3]. Этот приём обуславливает повышение эффективности работы как отдельных пасек, так и отрасли пчеловодства за счёт использования биологических особенностей самих пчёл. Рациональность такого подхода заключается в том, что он не требует масштабных инвестиций. Но при этом должно строго соблюдаться важное условие – добавки должны быть безопасными, экологически чистыми и по-настоящему действенными. От этого зависит в итоге получение полноценных, качественных продуктов пчеловодства.

Сегодня такие отрасли промышленности, как пищевая, химическая, фармацевтическая производят богатый ассортимент ингредиентов, веществ, препаратов, которые можно успешно использовать для создания новых функциональных продуктов, в том числе стимулирующих и профилактических кормовых добавок для разных видов животных. Нам представляется актуальной разработка комплексной кормовой стимулирующей добавки для ускоренного развития семей медоносных пчёл в весенне-летний период на севере Нечернозёмной зоны.

Предлагается следующий состав такой кормовой добавки: углеводный комплекс, состоящий из лактулозы, галактозы, фруктозы, эпилактозы, тагатозы, маннозы, сахарной кислоты; инулина; лизоцима; янтарной кислоты. Лактулоза и инулин обладают ярко выраженным пребиотическим действием.

Пребиотики – это функциональные пищевые ингредиенты, которые при систематическом употреблении стимулируют рост и (или) повышение активности нормальной микрофлоры пищеварительного тракта макроорганизма [4]. Свойства пребиотиков наиболее выражены у низкомолекулярных углеводов – фруктоолигосахаридов, галактоолигосахаридов, в том числе у лактулозы [5].

Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки

Галактоолигосахариды, в силу конфигурации их гликозидных связей, не подвергаются гидролизу слюнными и кишечными пищеварительными ферментами. Они служат субстратом для интенсивного развития бифидобактерий и лактобацилл в составе кишечной микрофлоры, которая играет ключевую роль в поддержании иммунной системы [6].

Лактулоза (4-О-бета-D-галактопиранозил-D-фруктоза) – дисахарид, состоящий из остатков молекул галактозы и фруктозы, изомер молочного сахара – лактозы, является бифидус-фактором, стимулирующим развитие бифидо- и лактобактерий [7]. Её химическая формула $C_{12}H_{22}O_{11}$ [8]. Производится в промышленных масштабах путём изомеризации лактозы, которую, в свою очередь, получают из подсырной сыворотки или из отходов от переработки молока. Лактулоза технологична. Она выпускается в сиропообразной и кристаллической формах, легко растворяется в воде. Это её свойство в нашем случае играет весьма важную роль.

Лактулоза повышает колонизационную резистентность микробиоценоза макроорганизма, способствует ионизации аммиака и его выведению в виде ионов аммония [9; 10].

Мы использовали сироп лактулозы как основу, в которую вносились остальные вышеперечисленные действующие ингредиенты. По аналогии, как, например, лактоза служит балластом, в который вводится активное начало при изготовлении лекарственных средств в форме таблеток. Но в отличие от лактозы, лактулоза сама является важным функциональным компонентом в составе предлагаемой кормовой добавки.

Инулин – полисахарид, представляющий собой фруктозан, стимулирует рост и активность бифидо- и лактобактерий, оказывает влияние на метаболизм липидов [11].

Лизоцим – универсальный фермент белковой природы, он присутствует у всех живых форм и регулирует иммунные и метаболические процессы [12]. Основное биологическое свойство лизоцима, как филогенетически древней молекулы, обеспечивает врождённую защиту организма от патогенных бактерий, грибов, вирусов, а также иммунный гомеостаз. Лизоцим обладает противовоспалительным эффектом, в том числе и введённый в организм извне [13]. Его антибактериальное и противогрибковое действие осуществляется по ферментативному механизму за счёт гидролиза клеточной стенки бактерий и грибов, при котором образуется мурамилпептид – мощный природный стимулятор иммунитета [14; 15]. Кроме того, лизоцим, являясь гуморальным фактором врождённого иммунитета, усиливает хемотаксис, обладает сорбционными свойствами в отношении микрофлоры, нейтрализует некоторые микробные токсины, повышает фагоцитарную активность лейкоцитов, активирует комплемент и стимулирует антителогенез [16]. В зависимости от аминокислотной последовательности и биохимических свойств описано три типа лизоцима. Лизоцимы С-типа присутствуют у хордовых и у членистоногих; G-типа – у хордовых и у некоторых двустворчатых моллюсков; I-типа – у беспозвоночных [17]. Лизоцим относится к пищевым консервантам (Е 1105), представляет собой полипептид из 129 аминокислот с высоким содержанием триптофана (7,8%). Белый порошок без запаха со слегка сладким вкусом, стабилен до 50°С, хорошо растворим в воде [18]. Лизоцим используют в составе потребительских продуктов [19; 20].

Янтарная кислота – слабая органическая кислота относится к группе двухосновных предельных карбоновых кислот. Поддерживает работу митохондрий и синтез АТФ – важнейшего источника энергии [21]. Является малотоксичным соединением и не оказывает мутагенного и тератогенного действия [22; 23]. Янтарная кислота участвует в обменных реакциях в организме, метаболизме углеводов, липидов и белков [24]. Безвредность янтарной кислоты, её способность оказывать положительный эффект, даже при низких дозировках (10 мг/кг), делают её ценным компонентом при разработке нового поколения лекарств, пищевых и кормовых добавок [25–27]. Янтарная кислота является мощным эндокринным стимулом [28] и антиоксидантом направленного митохондриального действия [22].

Цель работы: изучение ответных реакций организма пчелиных маток в аспекте увеличения их плодовитости и пчелиных семей среднерусской породы в аспекте повышения интенсивности их развития в весенне-летний период на применение подкормки, обогащённой стимулирующей комплексной кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», в условиях северной части Нечернозёмной зоны России на примере Ярославской области.

Задачи:

– разработать состав и технологическую инструкцию (технологию приготовления) новой безопасной комплексной кормовой стимулирующей добавки для повышения интенсивности развития пчелиных семей в весенне-летний период;

– предложить и опробовать способ применения разработанной кормовой стимулирующей добавки в пчеловодстве;

– изучить интенсивность развития пчелиных семей среднерусской породы в весенне-летний период, установить характер влияния подкормки пчёл с применением предлагаемой стимулирующей добавки на плодовитость пчелиных маток и интенсивность развития пчелиных семей, а именно: на яйценоскость пчелиных маток, динамику

увеличения количества пчёл, на динамику увеличения количества печатного расплода в семьях, на продолжительность жизни рабочих особей.

Методика. Исследования проводились в 2023 г. на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», на базе ООО «Ярплемхоз Среднерусская Пчела», расположенного на северо-востоке Ярославской области в Любимском районе.

Объектом исследований являлись семьи медоносных пчёл среднерусской породы. При подготовке и проведении настоящих исследований руководствовались основными требованиями к постановке экспериментов в пчеловодстве ВАСХНИЛ (1971) [29].

Контрольную и две опытные группы формировали методом пар-аналогов по 20 пчелосемей среднерусской породы в каждой группе. Продуктивные и биологические особенности пчёл оценивали по методикам, рекомендованным НИИ пчеловодства (ныне ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства»). Происхождение пчёл определялось по комплексу морфологических и биологических признаков с помощью специально разработанного экспресс-теста [30]. В эксперименте применялся специально разработанный препарат – комплексная кормовая стимулирующая добавка «ЯрГАУ-01-ПЧ» (по ТУ 9882-01-00482602-2023). Состав препарата: углеводный комплекс не менее 40%, в т.ч. (мас. %): лактоза 4,80–4,88, галактоза 6,10–6,75, фруктоза 0,40–0,51, эпилактоза 3,25–3,38, тагатоза 1,60–1,70, манноза 0,80–2,30, сахарная кислота 0,04–0,07, лактулоза – остальное; инулин 15,0%; лизоцим 2,0%; янтарная кислота 1,5%.

Подкормка давалась пчёлам сразу после её приготовления в кормушках через день непосредственно в каждый улей вечером (в период с 18 до 20 часов) по 120 г в виде сахарного сиропа. Первой опытной группе давался 55%-ный раствор сахарозы; второй опытной группе – 55%-ный раствор сахарозы с введением в него стимулирующей добавки «ЯрГАУ-01-ПЧ» из расчёта 10 г на семью пчёл (в 10 г добавки содержится 4,0 г углеводного комплекса, 0,15 г янтарной кислоты, 1,5 г лизоцима, 0,2 г инулина); контрольной группе подкормка не давалась.

Изучаемые показатели: массовые доли ингредиентов в составе комплексной кормовой добавки «ЯрГАУ-01-ПЧ» – лактулозы, янтарной кислоты, лизоцима, инулина; яйценоскость пчелиных маток и её динамика; сила пчелиных семей и динамика увеличения количества пчёл в семьях (динамика роста пчелиных семей); количество печатного расплода в пчелиных семьях и динамика увеличения его количества; продолжительность жизни рабочих особей до начала главного медосбора.

Все три группы пчелосемей содержались во время эксперимента в одинаковых условиях – в 12-ти рамочных ульях системы Дадана-Блатта (с рамками размером 435 х 300 мм) с магазинными надставками на одной пасеке в Любимском районе Ярославской области. Медосбор – с лесного и лугового разнотравья.

Яйценоскость пчелиных маток и количество печатного расплода в пчелиных семьях определялось с помощью рамки-сетки с квадратами размером 5 х 5 см, каждый из которых включает 100 пчелиных ячеек [31].

Количество пчёл в семьях определялось посредством подсчёта полностью занимаемых ими улочек. Общая масса пчёл, занимающих одну улочку, составляет 300 г.

Для определения продолжительности жизни пчёл заселяли в энтомологические садки по 100 шт. рабочих особей (по два садка на каждую опытную группу, всего шесть садков). Продолжительность жизни пчёл определяли по количеству отхода ежедневным подсчётом в одно и то же время, с 8-00 ч. до 9-00 ч.

Эксперимент длился в течение 122 суток с 09.03.2023 по 08.07.2023. Из них «кормных дней» (т.е. дней, когда давалась подкормка) было 61. Плодовитость пчелиных маток изучалась в период с 18 марта по 27 мая 2023 г.; динамика увеличения количества пчёл в семьях – в период с 9 марта по 8 июля 2023 г.; динамика увеличения количества печатного расплода в пчелиных семьях – в период с 13 марта по 24 июня 2023 г. Начали давать подкормку с 9 марта 2023 г.

Статистическая обработка результатов проводилась по методике Плохинского с проверкой достоверности результатов с помощью критерия Стьюдента и определением уровня значимости (P) [32].

Результаты. В ходе исследований разработан состав и технология приготовления (технологическая инструкция) новой безопасной комплексной кормовой стимулирующей добавки «ЯрГАУ-01-ПЧ» для повышения интенсивности развития пчелиных семей в весенне-летний период.

В состав комплексной кормовой стимулирующей добавки входят ингредиенты: углеводный комплекс, содержащий пребиотик лактулозу; пребиотик инулин; источник энергии и антиоксидант – янтарная кислота; природный антибиотик – лизоцим. Добавка может вырабатываться в сиропообразной и кристаллической форме. В настоящих исследованиях использовалась кормовая добавка в виде сиропа.

Технология приготовления кормовой добавки не представляет особой сложности и основывает-

ся на свойстве всех перечисленных ингредиентов растворяться в воде. Сперва инулин, лизоцим и янтарную кислоту разводили в небольшом объёме тёплой (не выше 40ºС) питьевой воды в соответствии с ГОСТ Р 70152-2022 [33] каждый в отдельности. Затем эти растворы поочерёдно вводили в 66%-ный сироп-углеводный комплекс из такого расчёта, чтобы в готовой добавке оказалось следующее соотношение компонентов: углеводный комплекс 40%, лизоцим 2,0%, инулин 15,0%, янтарная кислота 1,5%. В настоящем эксперименте испытывали добавку именно с таким соотношением действующих компонентов. Техническими условиями предусматривается содержание каждого ингредиента в установленных определённых границах с целью увеличения числа степеней свободы при использовании кормовой добавки, например, для подкормки пчелиных семей неодинаковой силы или разных пород, или в разное время года.

Предложен и опробован способ применения разработанной кормовой стимулирующей добавки в пчеловодстве. Подкормку готовили следующим образом: в 55%-ный раствор сахарозы вводили готовую кормовую добавку в виде сиропа из расчёта 10,0 г добавки на 110,0 г раствора сахарозы на одну семью пчёл. В 10 г добавки содержится 4,0 г углеводного комплекса, 0,15 г янтарной кислоты, 0,2 г лизоцима, 1,5 г инулина. Подкормку давали пчёлам вечером в период с 18 ч. до 20 ч. в верхних (надрамочных) кормушках сразу после её приготовления с интервалом через одни сутки.

Затем провели эксперимент по изучению ответных реакций организма пчелиных маток в аспекте увеличения их плодовитости и пчелиных семей среднерусской породы в аспекте повышения интенсивности их развития в весенне-летний период на применение подкормки, обогащённой стимулирующей комплексной кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», в условиях северной части Нечернозёмной зоны России на примере Ярославской области.

В таблице 1 представлены результаты оценки плодовитости пчелиных маток.

Из данных таблицы 1 видно, что применение регулярной подкормки, обогащённой стимулирующей комплексной кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», обусловило повышение яйценоскости пчелиных маток. Учёты проводились через каждые 10 суток, начиная с 09 марта. По данным первого учёта (18 марта) яйценоскость пчелиных маток второй опытной группы пчелиных семей, получавших подкормку, обогащённую стимулирующей добавкой, оказалась выше, чем в контроле, на 2,3%; во время учёта 28 марта – на 4,2%; во время учёта 07 апреля – на 13,9% (на 137,5 яиц/сутки); во время учёта 17 апреля – на 15,5% (на 166,1 яиц/сутки); 27 апреля – на 23,9% (на 289,8 яиц/сутки); 07 мая – на 21,0% (на 306,0 яиц/сутки); 17 мая – на 17,0% (на 303,1 яиц/сутки); 27 мая – на 20,8% (на 391,4 яиц/сутки). Разность статистически достоверна, кроме первых двух учётов. Максимальная разность по яйценоскости была выявлена 27 апреля – 23,9%, что составило 289,8 яиц/сутки. При этом её среднее значение составило во второй опытной группе 1503,3 яиц/сутки, в контроле – 1213,5 яиц/сутки. В конце эксперимента (27 мая) среднее значение яйценоскости составило во второй опытной группе 2274,8 яиц/сутки, в контроле – 1883,4 яиц/сутки.

Существенной разности по яйценоскости пчелиных маток между семьями первой опытной и контрольной группами не установлено. Отмечалось незначительное превышение этого показателя в первой опытной группе – от 0,3 до 2,1%, но они в данном эксперименте не имеют принципиального значения.

Таблица 1 – Яйценоскость пчелиных маток среднерусской породы на пасеке ООО «Ярплемхоз Среднерусская Пчела» в Любимском районе Ярославской области весной 2023 г., шт. яиц/сут. (n = 20)

Дата учёта	Группа пчелосемей				
	контрольная	I опытная		II опытная	
	(M ± m)	*(M ± m)*	отклонение, %	*(M ± m)*	отклонение, %
18 марта	227,3 ± 34,8	231,2 ± 41,6	+1,7	232,5 ± 43,5	+2,3
28 марта	892,7 ± 52,5	909,3 ± 55,4	+1,9	926,8 ± 58,1	+4,2
7 апреля	989,4 ± 56,4	1000,2 ± 57,8	+1,3	1126,9 ± 54,2*	+13,9
17 апреля	1072,1 ± 61,6	1094,7 ± 67,3	+2,1	1238,2 ± 63,7**	+15,5
27 апреля	1213,5 ± 69,8	1226,2 ± 65,2	+1,0	1503,3 ± 71,4***	+23,9
7 мая	1457,2 ± 72,1	1464,8 ± 64,9	+0,5	1763,2 ± 62,6***	+21,0
17 мая	1783,8 ± 67,7	1810,3 ± 61,3	+1,3	2086,9 ± 68,8**	+17,0
27 мая	1883,4 ± 59,6	1889,6 ± 63,6	+0,3	2274,8 ± 71,4**	+20,8

Примечание: здесь и далее * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

Таким образом, в ответственный период с 07 апреля по 27 мая, когда идёт развитие пчелиных семей и их подготовка к главному медосбору, яйценоскость маток увеличилась за счёт применения подкормки, обогащённой разработанной кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», в среднем на 18,7%. В конце эксперимента (при учёте 27 мая) – на 20,8%. Чем выше яйценоскость маток, тем интенсивнее развивается пчелиная семья.

В таблице 2 представлена динамика увеличения количества пчёл во второй опытной группе семей, получавших подкормку, обогащённую кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», в сравнении с контролем.

Из данных таблицы 2 видно, что количество пчёл во второй опытной группе семей увеличилось, по сравнению с контролем (по данным учёта 28 марта), на 8,5%, т.е. на 0,5 улочки, или на 150,0 г; 18 апреля – на 21,3% (на 1,6 улочки, или на 480,0 г); 08 мая – на 23,5% (на 2,7 улочки, или на 810,0 г); 28 мая – на 22,4% (на 3,2 улочки, или на 960,0 г); 18 июня – на 24,1% (на 4,2 улочки, или на 1260,0 г); 08 июля – 22,8% (на 4,5 улочки, или на 1350,0 г).

Таблица 2 – Количество пчёл в семьях среднерусской породы на пасеке ООО «Ярплемхоз Среднерусская Пчела» в Любимском районе Ярославской области в весенне-летний период 2023 г., число занимаемых улочек (n = 20)

Дата учёта	Группа пчелосемей				
	контрольная	I опытная		II опытная	
	(M ± m)	*(M ± m)*	отклонение, %	*(M ± m)*	отклонение, %
9 марта	4,5 ± 0,20	4,4 ± 0,23		4,5 ± 0,22	
28 марта	5,9 ± 0,21	6,0 ± 0,18	+1,7	6,4 ± 0,19	+8,5
18 апреля	7,5 ± 0,23	7,3 ± 0,25	–2,7	9,1 ± 0,28*	+21,3
8 мая	11,5 ± 0,22	11,4 ± 0,29	–0,9	14,2 ± 0,27***	+23,5
28 мая	14,3 ± 0,24	14,4 ± 0,23	+0,7	17,5 ± 0,21**	+22,4
18 июня	17,4 ± 0,26	17,6 ± 0,25	+1,1	21,6 ± 0,24***	+24,1
8 июля	19,7 ± 0,23	19,5 ± 0,27	–1,0	24,2 ± 0,31**	+22,8

Таким образом, к окончанию эксперимента (8 июля 2023 г.) пчелиные семьи второй опытной группы успешно развились и достигли весьма значительной силы. Количество пчёл в них в среднем составило 24,2 улочки, что соответствует массе 7,26 кг. Такие сильные семьи способны проявить высокую продуктивность по сбору мёда и пыльцы, а также качественно выполнить работу по опылению энтомофильных культур. Разность статистически достоверна, кроме двух первых учётов: 09 марта (начало эксперимента) и 28 марта.

Разности по количеству пчёл между семьями первой опытной и контрольной группами практически не установлено. Отмечались лишь незначительные колебания в ту и другую сторону (от +1,7 до –2,7%), но они в данном эксперименте не имеют принципиального значения.

В таблице 3 показана динамика увеличения количества печатного расплода в пчелиных семьях второй опытной группы по сравнению с контролем.

Данные таблицы 3 показывают, что применение подкормки, обогащённой стимулирующей кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», обеспечило увеличение печатного расплода в пчелиных семьях второй опытной группы, по сравнению с контролем, в среднем во время учёта 25 апреля на 23,4 сотен ячеек, или на 15,5%; 07 мая – на 43,6 сотен ячеек, или на 25,3%; 19 мая – на 44,3 сотен ячеек, или на 23,6%; 31 мая – на 51,0 сотен ячеек, или на 26,2%; 12 июня – на 49,2 сотен ячеек, или на 24,3%; 24 июня – на 62,4 сотен ячеек, или на 29,5%. Разность статистически достоверна.

Таким образом, в весенне-летний период (апрель – июнь), предшествующий началу главного медосбора и весьма значимый для дальнейшей жизнедеятельности пчелиных семей, применение подкормки, обогащённой новой кормовой добавкой, обусловило увеличение количества печатного расплода в пчелиных семьях второй опытной группы к концу июня до 273,7 сотен ячеек, из которых выведется 2,74 кг рабочих пчёл. То есть на 29,5% больше, чем в контроле. Это весьма значимое количество, которое также будет способствовать формированию мощных пчелиных семей к началу июля, т.е. к началу главного медосбора. Только сильные пчелиные семьи могут эффективно использовать обильный, но короткий по времени главный взяток северного лета.

Разности по количеству печатного расплода между пчелиными семьями первой опытной и контрольной группами практически не установлено. Отмечались лишь незначительные колебания в ту и другую сторону (от –0,2 до +2,3%), но они в

Таблица 3 – Количество печатного расплода в пчелиных семьях среднерусской породы на пасеке ООО «Ярплемхоз Среднерусская Пчела» в Любимском районе Ярославской области в весенне-летний период 2023 г., сотни ячеек (n = 20)

Дата учёта	Группа пчелосемей				
	контрольная	I опытная		II опытная	
	(M ± m)	*(M ± m)*	% к контролю	*(M ± m)*	% к контролю
13 марта	3,6 ± 1,09	3,5 ± 1,12		3,6 ± 1,16	
25 апреля	149,8 ± 6,24	151,6 ± 7,11	+1,2	173,2 ± 7,65*	+15,5
7 мая	172,0 ± 7,16	175,9 ± 7,08	+2,3	215,6 ± 8,04**	+25,3
19 мая	187,8 ± 7,62	190,1 ± 8,12	+1,2	232,1 ± 8,24**	+23,6
31 мая	194,6 ± 8,21	193,9 ± 7,46	–0,4	245,6 ± 7,57***	+26,2
12 июня	202,6 ± 9,17	202,1 ± 8,97	–0,2	251,8 ± 9,13**	+24,3
24 июня	211,3 ± 10,16	214,2 ± 9,15	+1,4	273,7 ± 8,27**	+29,5

данном эксперименте не имеют принципиального значения.

Данные таблицы 4 показывают, что в энтомологических садках продолжительность жизни рабочих пчёл из второй опытной группы, получавших подкормку, обогащённую стимулирующей кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», по сравнению с контролем, была в среднем больше на 16,2%, т.е. пчёлы жили на 3,25 суток дольше. Увеличивающаяся продолжительность жизни рабочих пчёл также обуславливает повышение интенсивности роста пчелиной семьи.

Таким образом, при введении в технологию пчеловодства приёма регулярной подкормки, обогащённой стимулирующей кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», в пчелосемьях активизируется процесс выращивания расплода, повышается яйценоскость маток, увеличивается количество печатного расплода и продолжительность жизни рабочих особей, т.е. происходит интенсивное наращивание силы пчелиных семей – накопление массы пчёл в семьях до возможного биологического максимума. Затем эта накопленная энергия используется пчелиной семьёй на сбор нектара,

Таблица 4 – Продолжительность жизни рабочих особей пчёл среднерусской породы в садках перед началом главного медосбора на экспериментальной пасеке в Любимском районе Ярославской области в сезон 2023 г., сутки (n = 200)

Группа	Значение показателя			
	lim	*M ± m*	Разность с контролем, сутки	Разность с контролем, %
Контрольная	7…31	20,12 ± 0,44	–	–
I опытная	8…29	19,50 ± 0,53	–0,62	–3,1
II опытная	12…36	24,37 ± 0,47	+3,25***	+16,2

пыльцы, прополиса, на выделение воска и переработку всех этих продуктов. Кроме того, сильные семьи эффективнее работают на опылении энтомофильных культур и менее восприимчивы к заболеваниям.

Выводы

1. В ходе исследований разработан состав, технология приготовления и применения экологически безопасной недорогой стимулирующей комплексной кормовой добавки для медоносных пчёл «ЯрГАУ-01-ПЧ» с бифидогенными и антиоксидантными свойствами. Основные действующие вещества новой добавки: углеводный комплекс, содержащий, кроме прочего, лактулозу; инулин; лизоцим; янтарную кислоту. Разработана нормативно-техническая документация и проведена апробация на пчёлах среднерусской породы в условиях северной части Нечернозёмной зоны РФ на примере Ярославской области.

2. В ответственный весенний период (апрель – май), когда идёт развитие пчелиных семей и их подготовка к главному медосбору, применение подкормки, обогащённой разработанной кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», увеличивает яйценоскость пчелиных маток в среднем на 18,7%, а это, в свою очередь, повышает интенсивность роста пчелиных семей.

3. Благодаря применению подкормки, обогащённой стимулирующей кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», пчелиные семьи второй опытной

группы к окончанию эксперимента (8 июля 2023 г.) успешно развились и достигли весьма значительной силы. Количество пчёл в них в среднем составило 24,2 улочки, что соответствует массе 7,26 кг. Такие сильные семьи способны проявить высокую продуктивность по сбору мёда и пыльцы, а также качественно выполнить работу по опылению энтомофильных культур.

4. Применение подкормки, обогащённой новой кормовой добавкой, в весенне-летний период (апрель-июнь), предшествующий началу главного медосбора и весьма значимый для дальнейшей жизнедеятельности пчелиных семей, обуславливает увеличение количества печатного расплода в пчелиных семьях к концу июня до 273,7 сотен ячеек, из которых выведется 2,74 кг рабочих пчёл. То есть, на 29,5% больше, чем в контроле. Это весьма значимое количество, которое также будет способствовать формированию мощных пчелиных семей к началу июля, т.е. к началу главного медосбора. Только сильные пчелиные семьи могут эффективно использовать обильный, но короткий по времени главный взяток северного лета.

5. Продолжительность жизни рабочих пчёл, получавших подкормку, обогащённую стимулирующей кормовой добавкой «ЯрГАУ-01-ПЧ», по сравнению с контролем, была в среднем больше на 16,2%, т.е. пчёлы жили на 3,25 суток дольше. Увеличивающаяся продолжительность жизни рабочих пчёл так же, как и другие изученные в ходе настоящих исследований показатели, обуславливает повышение интенсивности роста пчелиных семей.

6. Все вместе разделы (этапы) настоящих исследований представляют собой способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы в весенне-летний период за счёт разработки и применения новой стимулирующей кормовой добавки «ЯрГАУ-01-ПЧ» на севере Нечернозёмной зоны РФ на примере Ярославской области.

Список источников

1. Пат. 2442323 C2 Российская Федерация, МПК A01K 53/00 (2006.01). Способ обогащения стимулирующей подкормки для пчел / И. Ф. Горлов, А. А. Мосолов, М. Г. Мороз, Е. Е. Маслова ; патентообладатель Государственное научное учреждение Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук. № 2010118971/13 ; заявл. 11.05.2010 ; опубл. 20.02.2012, Бюл. № 5. 4 с.

2. Пат. 2220570 C1 Российская Федерация, МПК A01K 53/00, A23K 1/18. Способ обогащения подкормки для пчел / И. Ф. Горлов, А. Т. Варакин, И. М. Осадченко, А. А. Мосолов ; патентообладатель ГУ Волгоградский научно-исследовательский технологический институт мясомолочного скотоводства и переработки продукции животноводства РАСХН. № 2002112115/13 ; заявл. 06.05.2002 ; опубл. 10.01.2004 на CD-ROM: MIMOSA RFD 2004/001, MRFD2004001.

3. Пат. 2349085 C1 Российская Федерация, МПК A01K 53/00 (2006.01). Способ обогащения подкормки для пчел / А. Н. Трошин, Н. В. Когденко, А. В. Нечаева, А. Н. Трошин ; патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. № 2007129980/12 ; заявл. 06.08.2007 ; опубл. 20.03.2009, Бюл. № 8. 4 с.

4. Назаренко Г. И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. М., 2005. С. 28–30.

5. Афанасьев Ю. И., Юрина Н. А., Котовский Е. Ф. [и др.] Гистология, цитология и эмбриология / под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. М. : Медицина, 2001. 743 с.

6. Jeurink P. V., van Esch B. C., Rijniese A. [et al.] Mechanisms underlying immune effects of dietary oligosaccharides // The American Journal Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98, Is. 2. P. 572S–577S. DOI 10.3945/ajcn.112.038596.

7. Montgomery E., Hudson C. S. Transformation of lactose to a new disaccharide, lactoketose // Science. 1929. № 69. P. 556–557.

8. Luzzana M., Agnellini D., Cremonesi P. [et al.] Milk lactose and lactulose determination by the differential pH technique // Le Lait. 2003. Vol. 83, № 5. P. 409–416. DOI 10.1051/lait:2003022.

9. Наместников Е. В., Лопаткина Т. Н. Печеночная энцефалопатия при хронических заболеваниях печени: лечение и профилактика. М., 2004. 17 с.

10. Ferenci P., Herneth A., Steindl P. Newer approaches to therapy of hepatic encephalopathy // Seminars in Liver Disease. 1996. Vol. 16, № 3. P. 329–338. DOI 10.1055/s-2007-1007245.

11. Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics // The Journal Nutrition. 1995. Vol. 125, Is. 6. P. 1401–1412. DOI 10.1093/jn/125.6.1401.

12. Дорофейчук В. Г. Механизм защитной функции лизоцима: фундаментальное и прикладное знание // Нижегородский медицинский журнал. 1996. № 2. С. 9–13. ISSN 0869-0936.

13. Калюжин О. В. Антибактериальные, противогрибковые, противовирусные и иммуномодулирующие эффекты лизоцима: от механизмов к фармакологическому применению. Эффективная фармакотерапия // Педиатрия. 2018. № 1 (14). С. 69–72.

Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки

14. Moutsopoulos N. M., Moutsopoulos H. M. The oral mucosa: A barrier site participating in tissue-specific and systemic immunity // Oral Diseases. 2018. Vol. 24, Is. 1-2. P. 22–25. DOI 10.1111/odi.12729.

15. Mitchell R. B., Archer S. M., Ishman S. L. [et al.] Clinical Practice Guideline: Tonsillectomy in Children (Update)-Executive Summary // Otolaryngol Head Neck Surg. 2019. Vol. 160, Is. 2. P. 187–205. DOI 10.1177/0194599818807917.

16. Овсянников В. Г., Торопкина Ю. Е., Краскевич В. В. [и др.] Лизоцим – грани возможного // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. С. 147. DOI 10.17513/spno.29903.

17. Callewaert L., Michiels C. W. Lysozymes in the animal kingdom // Journal of Biosciences. 2010. Vol. 35, № 1. P. 127–160. DOI 10.1007/s12038-010-0015-5.

18. E1105 пищевая добавка. Лизоцим // Справочник Medum.ru. URL: https://medum.ru/e1105 (дата обращения: 15.10.2023).

19. Пат. 2452461 С1 Российская Федерация. Комбинированная лекарственная паста для консервативного лечения острого очагового пульпита / С. В. Сирак, А. Г. Сирак, А. К. Бирагова ; патентообладатель ООО НПО «Полет». № 2011113293/15 ; заявл. 06.04.2011 ; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16. 8 с.

20. Арутюнов А. В., Сирак С. В. Морфологическая оценка влияния разработанной комбинированной лекарственной композиции на репаративные процессы при экспериментальном пульпите // Эндодонтия Today. 2015. № 3. С. 31–34. ISSN 1683-2981.

21. Смирнов А. В., Нестерова О. Б., Голубев Р. В. Янтарная кислота и ее применение в медицине. Ч. II. Применение янтарной кислоты в медицине // Нефрология. 2014. № 18 (4). С. 12–24. ISSN 1561-6274.

22. Афанасьев В. В. Клиническая фармакология реамберина (очерк). СПб, 2005. 42 с.

23. Олесова В. М., Маркатюк О. Ю., Юрова Ю. Ю. [и др.] Метаболизм миокарда и препараты метаболического действия // Кардиология. 2013. Т. 53, № 1. С. 66–71. ISSN 0022-9040.

24. Stanley W. C., Recchia F. A., Lopaschuk G. D. Myocardial substrate metabolism in the normal and failing heart // Physiological Reviews. 2005. Vol. 85, Is. 3. P. 1093–1129. DOI 10.1152/physrev.00006.2004.

25. Лебедев А. Ф., Швец О. М., Евглевский А. А. [и др.] Разработка и применение препаратов на основе янтарной кислоты // Ветеринария. 2009. № 3. С. 48–51. ISSN 0042-4846.

26. Евглевский А. А., Швец О. М., Евглевская Е. П. [и др.] Новые иммунометаболические препараты для применения в ветеринарии // Найновити постижения на Европейската наука : материали за 7 Международна практична конференция. София : «Бял ГРАД- БГ», 2011. С. 3–6.

27. Коваленко А. Л., Белякова Н. Е. Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы // Фармация. 2000. № 5-6. С. 40–43.

28. Николаев А. А., Оболенский С. В., Николаев А. В. Кардиопротекторное действие поликомпонентного антигипоксанта на основе реамберина в коронарной хирургии на работающем сердце // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2002. Т. 1, № 2 (4). С. 88–89. ISSN 1682-6655.

29. Основные методические требования к постановке экспериментов в пчеловодстве : современные методы исследований патологии пчел / ВАСХНИЛ. М., 1971. 17 с.

30. Горнич Е. А., Ткачева И. С., Чугреев М. К. [и др.] Изучение морфологических и биологических признаков медоносных пчёл Ярославской области и отбор племенного материала для репродукции среднерусской породы // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 2 (62). С. 53–60. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.009.

31. Тюнин Ф. А. Роение пчел и медосбор. М. ; Л. : Гос. изд-во «Красный пролетарий», 1927. 104 с.

32. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.

33. ГОСТ Р 70152-2022 Качество воды. Методы внутреннего лабораторного контроля качества проведения микробиологических и паразитологических исследований. М. : Российский институт стандартизации, 2022. 52 с.

References

1. Pat. 2442323 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK A01K 53/00 (2006.01). Sposob obogashcheniya stimuliruyushchej podkormki dlya pchel / I. F. Gorlov, A. A. Mosolov, M. G. Moroz, E. E. Maslova ; patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Povolzhskij nauchno-issledovatel'skij institut proizvodstva i pererabotki myasomolochnoj produkcii Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. № 2010118971/13 ; zayavl. 11.05.2010 ; opubl. 20.02.2012, Byul. № 5. 4 s.

2. Pat. 2220570 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01K 53/00, A23K 1/18. Sposob obogashcheniya podkormki dlya pchel / I. F. Gorlov, A. T. Varakin, I. M. Osadchenko, A. A. Mosolov ; patentoobladatel' GU Volgogradskij nauchno-issledovatel'skij tekhnologicheskij institut myasomolochnogo skotovodstva i pererabotki produkcii zhivotnovodstva RASKHN. № 2002112115/13 ; zayavl. 06.05.2002 ; opubl. 10.01.2004 na CD-ROM: MIMOSA RFD 2004/001, MRFD2004001.

3. Pat. 2349085 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01K 53/00 (2006.01). Sposob obogashcheniya podkormki dlya pchel / A. N. Troshin, N. V. Kogdenko, A. V. Nechaeva, A. N. Troshin ; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe

obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. № 2007129980/12 ; zayavl. 06.08.2007 ; opubl. 20.03.2009, Byul. № 8. 4 s.

4. Nazarenko G. I. Klinicheskaya ocenka rezul'tatov laboratornyh issledovanij. M., 2005. S. 28–30.

5. Afanas'ev Yu. I., Yurina N. A., Kotovskij E. F. [i dr.] Gistologiya, citologiya i embriologiya / pod red. Yu. I. Afanas'eva, N. A. Yurinoj. M. : Medicina, 2001. 743 s.

6. Jeurink P. V., van Esch B. C., Rijniese A. [et al.] Mechanisms underlying immune effects of dietary oligosaccharides // The American Journal Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98, Is. 2. P. 572S–577S. DOI 10.3945/ajcn.112.038596.

7. Montgomery E., Hudson C. S. Transformation of lactose to a new disaccharide, lactoketose // Science. 1929. № 69. P. 556–557.

8. Luzzana M., Agnellini D., Cremonesi P. [et al.] Milk lactose and lactulose determination by the differential pH technique // Le Lait. 2003. Vol. 83, № 5. P. 409–416. DOI 10.1051/lait:2003022.

9. Namestnikov E. V., Lopatkina T. N. Pechenochnaya encefalopatiya pri hronicheskih zabolevaniyah pecheni: lechenie i profilaktika. M., 2004. 17 s.

10. Ferenci P., Herneth A., Steindl P. Newer approaches to therapy of hepatic encephalopathy // Seminars in Liver Disease. 1996. Vol. 16, № 3. P. 329–338. DOI 10.1055/s-2007-1007245.

11. Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics // The Journal Nutrition. 1995. Vol. 125, Is. 6. P. 1401–1412. DOI 10.1093/jn/125.6.1401.

12. Dorofejchuk V. G. Mekhanizm zashchitnoj funkcii lizocima: fundamental'noe i prikladnoe znanie // Nizhegorodskij medicinskij zhurnal. 1996. № 2. S. 9–13. ISSN 0869-0936.

13. Kalyuzhin O. V. Antibakterial'nye, protivogribkovye, protivovirusnye i immunomoduliruyushchie effekty lizocima: ot mekhanizmov k farmakologicheskomu primeneniyu. Effektivnaya farmakoterapiya // Pediatriya. 2018. № 1 (14). S. 69–72.

14. Moutsopoulos N. M., Moutsopoulos H. M. The oral mucosa: A barrier site participating in tissue-specific and systemic immunity // Oral Diseases. 2018. Vol. 24, Is. 1-2. P. 22–25. DOI 10.1111/odi.12729.

15. Mitchell R. B., Archer S. M., Ishman S. L. [et al.] Clinical Practice Guideline: Tonsillectomy in Children (Update)-Executive Summary // Otolaryngol Head Neck Surg. 2019. Vol. 160, Is. 2. P. 187–205. DOI 10.1177/0194599818807917.

16. Ovsyannikov V. G., Toropkina Yu. E., Kraskevich V. V. [i dr.] Lizocim – grani vozmozhnogo // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2020. № 3. S. 147. DOI 10.17513/spno.29903.

17. Callewaert L., Michiels C. W. Lysozymes in the animal kingdom // Journal of Biosciences. 2010. Vol. 35, № 1. P. 127–160. DOI 10.1007/s12038-010-0015-5.

18. E1105 pishchevaya dobavka. Lizocim // Spravochnik Medum.ru. URL: https://medum.ru/e1105 (data obrashcheniya: 15.10.2023).

19. Pat. 2452461 C1 Rossijskaya Federaciya. Kombinirovannaya lekarstvennaya pasta dlya konservativnogo lecheniya ostrogo ochagovogo pul'pita / S. V. Sirak, A. G. Sirak, A. K. Biragova ; patentoobladatel' OOO NPO «Polet». № 2011113293/15 ; zayavl. 06.04.2011 ; opubl. 10.06.2012, Byul. № 16. 8 s.

20. Arutyunov A. V., Sirak S. V. Morfologicheskaya ocenka vliyaniya razrabotannoj kombinirovannoj lekarstvennoj kompozicii na reparativnye processy pri eksperimental'nom pul'pite // Endodontiya Today. 2015. № 3. S. 31–34. ISSN 1683-2981.

21. Smirnov A. V., Nesterova O. B., Golubev R. V. Yantarnaya kislota i ee primenenie v medicine. Ch. II. Primenenie yantarnoj kisloty v medicine // Nefrologiya. 2014. № 18 (4). S. 12–24. ISSN 1561-6274.

22. Afanas'ev V. V. Klinicheskaya farmakologiya reamberina (ocherk). SPb, 2005. 42 s.

23. Olesova V. M., Markatyuk O. Yu., Yurova Yu. Yu. [i dr.] Metabolizm miokarda i preparaty metabolicheskogo dejstviya // Kardiologiya. 2013. T. 53, № 1. S. 66–71. ISSN 0022-9040.

24. Stanley W. C., Recchia F. A., Lopaschuk G. D. Myocardial substrate metabolism in the normal and failing heart // Physiological Reviews. 2005. Vol. 85, Is. 3. P. 1093–1129. DOI 10.1152/physrev.00006.2004.

25. Lebedev A. F., Shvets O. M., Evglevskij A. A. [i dr.] Razrabotka i primenenie preparatov na osnove yantarnoj kisloty // Veterinariya. 2009. № 3. S. 48–51. ISSN 0042-4846.

26. Evglevskij A. A., Shvets O. M., Evglevskaya E. P. [i dr.] Novye immunometabolicheskie preparaty dlya primeneniya v veterinarii // Najnoviti postizheniya na Evropejskata nauka : materiali za 7 Mezhdunarodna praktichna konferenciya. Sofiya : «Byal GRAD- BG», 2011. S. 3–6.

27. Kovalenko A. L., Belyakova N. E. Yantarnaya kislota: farmakologicheskaya aktivnost' i lekarstvennye formy // Farmaciya. 2000. № 5-6. S. 40–43.

28. Nikolaev A. A., Obolenskij S. V., Nikolaev A. V. Kardioprotektornoe dejstvie polikomponentnogo antigipoksanta na osnove reamberina v koronarnoj hirurgii na rabotayushchem serdce // Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2002. T. 1, № 2 (4). S. 88–89. ISSN 1682-6655.

29. Osnovnye metodicheskie trebovaniya k postanovke eksperimentov v pchelovodstve : sovremennye metody issledovanij patologii pchel / VASKHNIL. M., 1971. 17 s.

Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки

30. Gornich E. A., Tkacheva I. S., Chugreev M. K. [i dr.] Izuchenie morfologicheskih i biologicheskih priznakov medonosnyh pchyol YAroslavskoj oblasti i otbor plemennogo materiala dlya reprodukcii srednerusskoj porody // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 2 (62). S. 53–60. DOI 10.35694/YARCX.2023.62.2.009.

31. Tyunin F. A. Roenie pchel i medosbor. M. ; L. : Gos. izd-vo «Krasnyj proletarij», 1927. 104 s.

32. Plokhinskij N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov. M. : Kolos, 1969. 256 s.

33. GOST R 70152-2022 Kachestvo vody. Metody vnutrennego laboratornogo kontrolya kachestva provedeniya mikrobiologicheskih i parazitologicheskih issledovanij. M. : Rossijskij institut standartizacii, 2022. 52 s.

Сведения об авторах

Екатерина Андреевна Горнич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 4473-9416.

Михаил Константинович Чугреев – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 7139-8979.

Александр Владимирович Коновалов – доктор сельскохозяйственный наук, доцент, профессор кафедры зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 7737-8836.

Information about the authors

Ekaterina A. Gornich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of the Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 4473-9416.

Mikhail K. Chugreev – Doctor of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 7139-8979.

Aleksandr V. Konovalov – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Professor of the Department of Zootechny, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 7737-8836.

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

Научная статья
УДК 636.085.55:599.325
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.007

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМБИКОРМ ДЛЯ КРОЛИКОВ С БИФИДОГЕННЫМ, АНТИОКСИДАНТНЫМ И ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩИМ ДЕЙСТВИЯМИ: СОСТАВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, АПРОБАЦИЯ

Михаил Константинович Чугреев[1], Марина Александровна Сенченко[2], Людмила Эдуардовна Мельникова[3], Юлия Александровна Михайлова[4]
[1, 2, 3, 4]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[2]senchenko@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-1659-3037
[3]l.melnikova@yarcx.ru, ORCID 0009-0006-7600-8633
[4]mihailova@yarcx.ru, ORCID 0009-0002-3473-788X

Реферат. В статье представлены результаты исследований по разработке и апробации нового функционального экологически безопасного комбикорма для кроликов «ЯрГАУ-002-КР» с бифидогенным, антиоксидантным, иммуностимулирующим действиями на основе пребиотика лактулозы, янтарной кислоты, лизоцима и натурального природного сырья. Проведено изучение ответных реакций организма кроликов на использование этого корма на примере кроликов породы советская шиншилла. Использование разработанного функционального комбикорма в кормлении кроликов обусловило увеличение общей площади лимфоидной ткани в тонком кишечнике, представленной пейеровыми бляшками, являющимися косвенными показателями состояния иммунной системы. При этом общая площадь пейеровых бляшек в кишечниках кроликов опытной группы в среднем оказалась больше, чем в контроле, на 24,29% и составила 5256,6 мм^2, но принципиально значимого увеличения числа пейеровых бляшек не выявлено. В ходе исследований установлены значения водородного показателя pH химуса в разных отделах ЖКТ кроликов породы советская шиншилла. Установлено также, что применение комбикорма «ЯрГАУ-002-КР» в кормлении кроликов подкисляет содержимое пищеварительной системы во всех изученных её отделах: в желудке, тонком кишечнике, слепой кишке, червеобразном отростке, ободочной кишке и прямой кишке. Введение в состав комбикорма для кроликов натурального природного сырья – коры осины, получаемой из порубочных остатков, возникающих при лесозаготовках, может существенно снизить затраты на их кормление. Кроме того, расширение сферы применения отходов лесной промышленности может оказать реальное содействие в решении экологической проблемы – рационального использования значительных их объёмов.

Ключевые слова: *функциональный корм, кролики, лактулоза, янтарная кислота, лизоцим, пейеровы бляшки, иммунитет, химус*

FUNCTIONAL MIXED FEED FOR RABBITS WITH BIFIDOGENIC, ANTIOXIDANT AND IMMUNOSTIMULATING EFFECTS: COMPOSITION, PREPARATION TECHNOLOGY, TESTING

Mikhail K. Chugreev[1], Marina A. Senchenko[2], Lyudmila E. Melnikova[3], Yuliya A. Mikhailova[4]
[1, 2, 3, 4]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]Chugreev_mk@mail.ru, ORCID 0000-0001-5876-8715
[2]senchenko@yarcx.ru, ORCID 0000-0002-1659-3037
[3]l.melnikova@yarcx.ru, ORCID 0009-0006-7600-8633
[4]mihailova@yarcx.ru, ORCID 0009-0002-3473-788X

Abstract. The article presents the results of researches on the development and testing of a new functional environmentally safe mixed feed for rabbits "YarGAU-002-KR" with bifidogenic, antioxidant, immunostimulating effects based on the prebiotic lactulose, succinic acid, lysozyme and natural raw materials. A study of the

responses of the rabbit organism to the use of this feed was carried out on the example of Soviet chinchilla rabbits. The use of the developed functional mixed feed in feeding rabbits caused an increase in the total area of lymphoid tissue in the small intestine represented by Peyer's patches which are indirect indicators of the state of the immune system. At the same time, the total area of Peyer's patches in the intestines of rabbits of the experimental group, on average, turned out to be more than in the control one by 24.29% and amounted to 5256.6 mm^2, but no fundamentally significant increase in the number of Peyer's patches was detected. As a part of the studies the pH values of the chyme in different departments of the gastrointestinal tract of rabbits of the Soviet chinchilla breed were established. It has also been established that the use of mixed feed "YarGAU-002-KR" in feeding rabbits acidifies the contents of the digestive system in all its studied departments: in the stomach, small intestine, intestinum cecum, appendix, colon and rectum. The introduction of natural raw materials into composition of mixed feed for rabbits – aspen bark obtained from forest residues arising during timber cutting can significantly reduce costs of their feeding. In addition, the expansion of the scope of use of forest industry waste can provide a real assistance in solving the environmental problem – the rational use of their significant volumes.

Keywords: *functional food, rabbits, lactulose, succinic acid, lysozyme, Peyer's patches, immunity, chyme*

Финансирование: исследование выполнено в рамках поискового научного исследования по теме «Разработка функциональных кормов и кормовых добавок с пробиотическими, пребиотическими, антиоксидантными, седативными свойствами для сельскохозяйственных животных на основе экологически безопасного сырья и побочной продукции перерабатывающей промышленности с подготовкой нормативно-технической документации», № 123081600042-1.

Введение. В современном животноводстве использование антибиотиков приобрело весьма широкие масштабы. Из-за этого страдает полезная микрофлора в организме животных, нарушается её баланс. Это влечёт за собой снижение иммунитета, возникновение болезней, для лечения которых снова используют антибиотические средства. Таким образом, круг замыкается.

Нам представляется актуальным проведение исследований по выявлению биологически активного недорогого действенного и безопасного сырья для создания на его основе функциональных кормов с бифидогенными, антиоксидантными, иммуностимулирующими свойствами для кроликов.

Использование таких кормов в кролиководстве оптимизирует физиологическое состояние животных, их продуктивность и производство крольчатины высокого качества.

Результаты современных исследований показывают, что желудочно-кишечный тракт млекопитающих выполняет функции иммунного органа [1; 2]. Например, у *Homo sapiens* примерно 25% слизистой кишечника состоит из иммунологически активной ткани [3; 4; 5; 6; 7]. Иммунная система желудка и кишечника представлена клеточными и структурными элементами. К структурным относятся, кроме прочих, пейеровы бляшки – групповые лимфоидные узелки, являющиеся частью иммунной системы, ассоциированной со слизистой оболочкой кишечника [8; 9; 10]. Для полноценного развития пейеровых бляшек необходимо наличие в кишечнике нормального микробиоценоза [11; 12]. Важно предупреждать развитие кишечного дисбактериоза [13]. Количество пейеровых бляшек и их размеры могут меняться в процессе постнатального развития организма. Это зависит от породы животного, возраста, пола, места обитания [14; 15; 16; 17].

Пейеровы бляшки принимают непосредственное участие в развитии местного иммунитета [18; 19]. Формирование лимфоидных узелков происходит с началом формирования микробиоценоза тонкого кишечника [12].

В качестве натурального природного сырья для приготовления функционального комбикорма для кроликов послужила кора осины (*Populus tremula* L.). Осина (*Populus tremula* L.) – вид лиственных деревьев из рода тополь, семейства ивовых. В её коре множество биологически активных веществ: ароматические и жирные кислоты, дубильные вещества, углеводы рафиноза и фруктоза, фенолгликозиды. Почки осины содержат эфирные масла, смолы, флавоны и минеральные соли. Листья осины богаты витамином С, каротином, каротиноидами и различными ферментами [20].

Наибольший интерес представляют биологически активные вещества, принадлежащие к классу гликозидов, а именно фенольные гликозиды, в частности салицин и его производные.

Салицин (*Salicin*) – кристаллический гликозид салицилового спирта. Салицин в организме окисляется до салициловой кислоты, и это имеет особое физиологическое значение [21; 22].

Янтарная кислота (или сукциновая) – слабая органическая кислота относится к группе двухосновных предельных карбоновых кислот. Янтарная кислота, обеспечивая синтез АТФ, является

источником энергии [23]. Нормализуя общий метаболизм в организме, янтарная кислота способствует усилению иммунитета [24]. Она малотоксична и не проявляет мутагенного воздействия [25; 26]. Её соли участвуют в обменных реакциях организма, в цикле трикарбоновых кислот Кребса, в процессе окислительного фосфорилирования [27]. Безвредность янтарной кислоты и её солей, её способность оказывать положительный эффект даже при весьма низких дозировках (10 мг/кг) делают её ценным компонентом при разработке нового поколения лекарств, пищевых и кормовых добавок [28; 29; 30]. В организме янтарная кислота непосредственно влияет на следующие процессы: обмен веществ в клетках; доставку свободного кислорода в ткани; функционирование нервной и эндокринной систем; усваиваемость питательных веществ; действует сигнально «гормоноподобно» [31; 32]. Янтарная кислота является антиоксидантом направленного митохондриального действия [33].

Лизоцим – универсальный фермент белковой природы, он присутствует у всех живых форм и регулирует иммунные и метаболические процессы [34]. Основные биологические и фармакологические свойства лизоцима как филогенетически древней молекулы – обеспечивает врождённую защиту от патогенных бактерий, грибов, вирусов, иммунный гомеостаз. Лизоцим обладает противовоспалительным эффектом, в том числе и введённый в организм извне. Эффективность лизоцимсодержащих препаратов доказана клинически [35]. Лизоцим является гуморальным фактором врождённого иммунитета, он гидролизует клеточные стенки бактерий и грибов, при этом образуется мурамилпептид – мощный природный иммуностимулятор [36; 37; 38]. Лизоцим используют в составе потребительских продуктов [39].

Лактулоза обладает ярко выраженным пребиотическим действием [40]. Свойства пребиотиков наиболее выражены у низкомолекулярных углеводов – фруктоолигосахаридов (ФОС), галактоолигосахаридов (ГОС), в том числе у лактулозы [41]. Лактулоза – изомер молочного сахара лактозы, является бифидус-фактором, стимулирующим развитие бифидо- и лактобактерий [42]. Кишечная микрофлора играет ключевую роль в поддержании иммунной системы [43].

Пребиотический эффект лактулозы имеет существенные метаболические последствия. Снижение pH в просвете толстой кишки повышает колонизационную резистентность всего микробного сообщества, а также способствует ионизации аммиака и его выведению в виде ионов аммония. Последний эффект лактулозы используется, например, в клинической практике с целью детоксикации [44; 45].

Таким образом, есть основания ожидать положительных ответных реакций организма кроликов на использование предложенного комбикорма.

Помимо этого, можно полагать, что расширение масштабов использования осиновой коры в комбикормовой промышленности окажет реальное содействие в решении экологической проблемы по рациональному использованию древесных отходов – порубочных остатков при лесозаготовках [46; 47].

Материалы и методы. Цель исследования – изучение ответных реакций организма кроликов (количество и размеры пейеровых бляшек – косвенного показателя состояния иммунитета – в тонком отделе кишечника, pH химуса) на использование нового функционального комбикорма с пребиотическим, антиоксидантным и иммуномодулирующим действиями.

Задачи исследований:

– разработать состав и технологию приготовления функционального экологически безопасного полноценного комбикорма для кроликов с пребиотическим, антиоксидантным и иммуностимулирующим действиями с использованием натурального природного сырья;

– изучить ответные реакции организма кроликов на применение предложенного функционального корма и установить характер его влияния на количество и размеры пейеровых бляшек (косвенного показателя состояния иммунитета) в тонком кишечнике, pH химуса, на примере кроликов породы советская шиншилла.

Для приготовления комбикорма в качестве натурального природного сырья использовалась кора молодой осины (*Populus tremula* L.), не заражённая грибковыми заболеваниями, собранная на экологически чистой территории Ярославской области (по ТУ 9700-004-0088418944-12), Россия. Кора механически измельчалась до размера фракций 5–8 мм и высушивалась в течение нескольких дней при комнатной температуре в лаборатории кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» до влажности 14%. Затем на заданный объём измельчённой подсушенной коры наносится посредством распыления сироп лактулозы и перемешивается. Далее в этот объём смоченной сиропом коры вводятся поочерёдно посредством посыпки или распыления кристаллические фракции янтарной кислоты и лизоцима. Содержимое тщательно перемешивается. Затем фракция измельчённой коры с налипшей на неё кристаллической фракцией снова подсушивается. После этого она вводится в объём основной фракции корма и тщательно перемешивается. В таком виде даётся животным сразу после приготовления по установленным нормам. В состав основной фракции вхо-

дят: пшеница, ячмень, овёс, кукуруза, сушёные луговые травы (гранулы).

Лактулоза использовалась в виде сиропа – концентрат лактулозы «Лактусан», сироп 55% (RU.77.99.88.003.E.008433.09.14), Россия. Янтарная кислота кристаллическая – по ТУ 9197-010-20885466-15 или по ТУ 9197-013-05800314-14, Россия. Лизоцим кристаллический – по ТУ 1089.19-030-90692556-2019, Россия.

Соотношение ингредиентов для приготовления функционального комбикорма: в 1 кг готового комбикорма содержится 0,8 г лактулозы, 0,4 г янтарной кислоты, 0,04 г лизоцима. Основа комбикорма: пшеница – 10,0–15,0%; ячмень – 15,0%; овёс – 10,0–15,0%; кукуруза – 20,0%; травяная мука (гранулы) – 20,0%; осиновая кора – 20,0%. Норма кормления: с 60-суточного возраста – по 200 г комбикорма в сутки на 1 кролика; с 90-суточного – по 280 г; с 120-суточного – по 200 г.

Оборудование: M-ETP2 FLAT (2000) лабораторные весы, класс точности высокий – II. Опрыскиватель ручной InGreen Wave, 1 л.

Готовый корм фасуется в крафт-пакеты или иную разрешённую тару массой от 0,5 до 15,0 кг.

Эксперимент по изучению ответных реакций организма кроликов на использование разработанного функционального комбикорма проводился на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, кафедре зоотехнии Ярославского ГАУ и в ООО «ЯНИЦПП Парадокс».

Для проведения эксперимента по изучению ответных реакций организма кроликов на использование разработанного функционального комбикорма были сформированы две экспериментальные группы (опытная и контрольная) молодняка кроликов породы советская шиншилла методом подбора пар-аналогов по 12 голов самцов в каждой. Продолжительность эксперимента 120 суток. Применялся сухой тип кормления.

Определение длины кишечника, количества и площади пейеровых бляшек проводилось в следующей последовательности. Извлекался кишечник, с помощью ножниц отделялась брызжейка по всей длине. Длина кишечника измерялась рулеткой по отделам. Затем тонкий кишечник разрезался вдоль по линии прикрепления брызжейки, и из него удалялся химус. Кишечник промывали, подсчитывали количество пейеровых бляшек. Они располагаются с противоположной стороны от линии прикрепления брызжейки и имеют овальную форму. Размеры снимались штангенциркулем.

Площадь пейеровых бляшек рассчитывалась по формуле овала:

$$S = \pi ab, \quad (1)$$

где S – площадь эллипса; π – число «пи» (3,1415); a – длина большой полуоси; b – длина малой полуоси [48].

Методика определения реакции среды химуса (показателя кислотности pH): отбиралась средняя проба химуса в каждом отделе ЖКТ. Кислотность химуса определяли при помощи pH-метра AMT 28F производства «AMTEST» (США): диапазон 0,00–14,00, цена деления 0,01, погрешность ±0,1 (при 20ºС).

Электроды вводятся в пробу, и проводятся измерения pH. После того, как показания прибора примут установившееся значение, отсчитывается значение pH непосредственно со шкалы устройства с точностью ±0,01 единицы pH. На одном испытуемом образце проводится 3 единичных измерения. За окончательный результат принимается

Фото М. К. Чугреева

Рисунок 1 – Снятие промеров с пейеровой бляшки в тонком кишечнике кролика

среднее арифметическое значение трёх измерений. Результат округляется до первого десятичного знака. Расхождение между предельными значениями трёх результатов измерений не должно превышать 0,15 единиц pH.

Изучаемые показатели: количество и площадь пейеровых бляшек в тонком кишечнике, pH химуса в разных отделах кишечника. Статистическая обработка результатов [49].

Результаты исследований. Кролики приспособлены к потреблению значительного количества объёмистого грубого корма, богатого клетчаткой. Такой корм тяжело переваривается и нуждается в хорошей обработке в желудочно-кишечном тракте. Поэтому их пищеварительная система имеет ряд особенностей.

Исходя из особенностей физиологии пищеварения и строения органов желудочно-кишечного тракта, кроликов относят к псевдоруминантам. Хорошо развитая слепая кишка в составе толстой кишки предназначена для наиболее эффективного микробиального пищеварения, что позволяет кроликам использовать значительное количество грубых кормов [50; 51].

Поэтому важно, чтобы в слепой кишке поддерживался нормальный состав микрофлоры. Это имеет важное пищеварительное значение для процесса ферментации в кишечнике. Есть основания полагать, что некоторые компоненты предложенного функционального корма, дополнительно поступающие в пищеварительную систему кроликов, будут этому способствовать, в частности лактулоза и лизоцим.

Лизоцим имеет бактерицидное действие и оказывает влияние на кишечную микрофлору. В базальном отделе кишечных желёз расположены Клетки Панета, содержащие гранулы с лизоцимом [52].

В ходе исследований изучено влияние функционального корма на количество и размер пейеровых бляшек в тонком кишечнике кроликов породы советская шиншилла. Пейеровы бляшки служат косвенным показателем состояния иммунной системы.

Пейеровы бляшки покрыты специализированными клетками эпителия – М-клетками, которые поглощают антигены и передают их ближайшим макрофагам и лимфоидным клеткам, с которых запускается процесс иммунного ответа [52; 53].

В результате исследований было установлено количество и площадь лимфоидных образований – пейеровых бляшек (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что среднее количество пейеровых бляшек на одного кролика в контрольной группе составило 4,75 шт., в опытной группе – 5,0 шт. Количество пейеровых бляшек у одного кролика в опытной группе колебалось в пределах 3–8 шт., в контроле – в пределах 3–7 шт. В данном случае нет повода говорить о принципиальном увеличении числа пейеровых бляшек у кроликов опытной группы. Общее количество пейеровых бляшек в опытной группе оказалось больше, чем в контроле лишь на 3 шт. (на 5,26%) и составило 60 шт.

Общая площадь пейеровых бляшек в контрольной группе составила 4229,4 мм^2, в опытной группе – 5256,6 мм^2, что на 1260,6 мм^2 (на 24,29%) больше. Средняя площадь пейеровых бляшек на одного кролика в контрольной группе составила 352,45 мм^2, в опытной группе – 438,05 мм^2, что на 85,6 мм^2 (на 24,29%) больше. Средняя площадь одной пейеровой бляшки в контрольной группе составила 74,20 мм^2, в опытной группе – 87,61 мм^2, что на 13,41 мм^2 (на 18,07%) больше.

В таблице 2 представлены значения показателей разнообразия признака – площадь лимфоид-

Таблица 1 – Количество и площадь лимфоидных образований – пейеровых бляшек в тонком кишечнике кроликов породы советская шиншилла (n = 12)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа	Разность в натур.	Разность, %
Количество пейеровых бляшек у одного кролика *(lim)*, шт.	3–7	3–8	x	x
Общее количество пейеровых бляшек в группе, шт.	57	60	+3	+5,26
Среднее количество пейеровых бляшек на одного кролика, шт.	4,75	5,0	+0,25	+5,26
Общая площадь пейеровых бляшек в группе, мм^2	4229,4	5256,6	+1260,6	+24,29
Средняя площадь пейеровых бляшек на одного кролика, мм^2	352,45	438,05	+85,6	+24,29
Средняя площадь одной пейеровой бляшки в группе, мм^2	74,20	87,61	+13,41	+18,07

Таблица 2 – Площадь лимфоидных образований – пейеровых бляшек в тонком кишечнике на одного кролика породы советская шиншилла по группам (n = 12)

Группа	Показатель			
	lim (мм²)	*M±m* (мм²)	*sd*, (мм²)	*Cv*, %
Опытная	236,0–640,0	438,05±22,37*	86,12	21,17
Контрольная	216,0–489,0	352,45±18,74	101,68	30,42

Примечание: * – P ≤ 0,01.

ных образований в тонком кишечнике на одного кролика. Лимиты по контрольной группе находятся в пределах 216,0–489,0 мм², по опытной группе – в пределах 236,0–640,0 мм². Стандартное отклонение – sd (standard deviation) для выборки составило по контрольной группе 101,68 мм², по опытной группе – 86,12 мм². Коэффициент вариации по контрольной группе составил 30,42%, по опытной группе – 21,17%. Полученные данные говорят о том, что разнообразие данного признака уменьшилось в опытной группе, по сравнению с контролем, значение коэффициента вариации уменьшилось на 9,25%. Можно предположить, что значения данного показателя в опытной группе оказались более выровненными в результате введения в рацион функционального комбикорма.

Таким образом, в тонком кишечнике кроликов опытной группы породы советская шиншилла, получавших функциональный комбикорм, общая площадь лимфоидной ткани, представленной пейеровыми бляшками, оказалась больше, чем в контроле, на 24,29% и составила 5256,6 мм². Увеличение лимфоидной ткани в кишечнике может оказать положительное влияние на состояние иммунной системы кроликов, повысить уровень барьерного иммунитета.

Как уже отмечалось, кишечная микрофлора принимает участие в формировании иммунитета микроорганизма. Для обеспечения её нормального баланса следует изучать и контролировать качественное состояние микробного биоценоза, в том числе знать параметры, характеризующие качество среды кишечника.

В ходе исследований определялась реакция среды химуса (водородный показатель pH) в разных участках пищеварительного тракта. В таблице 3 представлены результаты измерений средней пробы химуса.

Таблица 3 – Реакция среды химуса (средние значения водородного показателя pH) в разных отделах пищеварительного тракта кроликов породы советская шиншилла (n = 12)

Группа	Желудок	Тонкий кишечник	Слепая кишка	Червеобразный отросток	Ободочная кишка*	Прямая кишка
Контрольная группа	6,1	7,7	6,4	8,6	7,5	6,9
Опытная группа	5,7	7,3	5,7	7,5	7,1	6,4
Разность, %	6,6	5,2	10,9*	12,8*	5,3	7,2

Примечание: * – разница достоверна P ≤ 0,01.

Данные таблицы 3 показывают, что при использовании предложенного функционального комбикорма в кормлении кроликов породы советская шиншилла в указанных нормах отмечается по группам животных смещение средних значений pH во всех изучаемых отделах ЖКТ в кислую сторону. В желудке среднее значение pH сместилось от 6,1 до 5,7 (на 6,6%), в тонком кишечнике – от 7,7 до 7,3 (на 5,2%), в слепой кишке – от 6,4 до 5,7 (на 10,9%), в червеобразном отростке – от 8,6 до 7,5 (на 12,8%), в ободочной кишке – от 7,5 до 7,1 (на 5,3%), в прямой кишке – от 6,9 до 6,4 (на 7,2%). Коэффициент вариации (Cv) значений этого показателя по опытной группе составил: в желудке 6,18% (в контроле – 5,35%), в тонком отделе кишечника – 7,21% (в контроле – 3,94%), в слепой кишке – 11,72% (в контроле – 8,65%), в червеобразном отростке – 12,86% (в контроле – 10,24%), в ободочной кишке – 7,29% (в контроле – 6,48%), в прямой кишке – 8,53% (в контроле – 7,11%).

Таким образом, мы полагаем, что активные вещества в составе предложенного комбикорма обуславливают подкисление содержимого пищеварительной системы кроликов опытной группы.

Выводы. У кроликов породы советская шиншилла обнаружены образования из лимфоидной ткани – пейеровы бляшки в тощей и подвздошной

кишках. В двенадцатиперстной и в толстом кишечнике пейеровы бляшки отсутствуют.

Можно предположить, что использование разработанного функционального комбикорма «ЯрГАУ-002-КР» в кормлении кроликов породы советская шиншилла обусловило увеличение общей площади лимфоидной ткани в тонком кишечнике, представленной пейеровыми бляшками, являющимися косвенными показателями состояния иммунной системы. При этом общая площадь пейеровых бляшек в кишечниках кроликов опытной группы в среднем оказалась больше, чем в контроле, на 24,29% и составила 5256,6 мм^2, но принципиально значимого увеличения числа пейеровых бляшек не выявлено. Таким образом, в результате данного эксперимента установлена тенденция. Чтобы говорить непосредственно о повышении уровня барьерного иммунитета от использования предложенного комбикорма, требуется проведение дополнительных исследований.

В ходе исследований установлены значения водородного показателя pH (реакция среды) химуса в разных отделах ЖКТ кроликов породы советская шиншилла. Установлено также, что применение комбикорма «ЯрГАУ-002-КР» в кормлении кроликов этой породы подкисляет содержимое пищеварительной системы во всех изученных её отделах: в желудке, тонком кишечнике, слепой кишке, червеобразном отростке, ободочной кишке, прямой кишке. Микрофлора толстой кишки гидролизует пребиотический ингредиент комбикорма – лактулозу до молочной, муравьиной и уксусной кислот. Наряду с повышением кислотности усиливается перистальтика, происходит увеличение осмотического давления, что приводит к переходу аммиака из крови в кишечник и переводу его в ионизированную форму. Концентрация ионов аммония в крови уменьшается на 25–50%. Снижается образование и абсорбция азотсодержащих токсинов в толстом кишечнике. Использование функционального комбикорма, надо полагать, оказывает положительное влияние на состояние кишечного микробиоценоза, от которого, в свою очередь, в значительной степени зависит работа иммунной системы. Показатель pH в данном случае можно использовать в качестве сигнального при контроле состояния среды кишечника, в которой находится микробиоценоз.

Введение в состав комбикорма для кроликов натурального природного сырья – коры осины, получаемой из порубочных остатков при лесозаготовках, может существенно снизить затраты на корма. Кроме того, расширение сферы применения отходов лесной промышленности может оказать реальное содействие в решении экологической проблемы – рационального использования значительных их объёмов.

Список источник

1. Тухсанова Н. Э., Тешаев Ш. Ж., Мусоев Т. Я. Морфометрическое исследование лимфоидных образований тонкой кишки новорожденных крыс // Морфология. 2010. Т. 10, № 4. С. 195.

2. Хасанов Б. Б. Современные представления о структурно-функциональных особенностях лимфатических узлов // Достижения науки и образования. 2022. № 5 (85). С. 73–78. ISSN 2413-2071.

3. Хасанов Б. Б., Султонова Д. Б. Роль селезенки в иммунологических нарушениях организма при хронических заболеваниях печени // Достижения науки и образования. 2022. № 5 (85). С. 91–97. ISSN 2413-2071.

4. Azizova F. H., Tuxtaev K. R., Khasanov B. B. Structural and functional properties of mesenteric lymph nodes under antigenic influence in early postnatal ontogeny // Uzbekistan Medical Journal. 1997. № 10-11. P. 14–16.

5. Camille J., Hugot J.-P., Barreau F. Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine // International Journal of Inflammation. 2010. Vol. 2010. P. 1–12. DOI 10.4061/2010/823710.

6. Falchuk E., Amasheh S., Markov A. G. Barrier characteristics of rat Peyer's patches epithelium // Conference: 26th Meeting of the European Intestinal Transport Group (EITG). At: Marstrand, Sweden. 2015. Vol. 214, Is. S701.

7. Hering N. A., Andres S., Fromm A. [et al.] Transforming growth factor-β, a whey protein component, strengthens the intestinal barrier by upregulating claudin-4 in HT-29/B6 cells // The Journal of Nutrition. 2011. Vol. 141, Is. 5. P. 783–789. DOI 10.3945/jn.110.137588.

8. Мухина Ю. Г., Дубровская М. И., Кафарская Л. И. Иммунная система и микрофлора кишечника у детей. Обоснование функционального питания // Фарматека. 2006. № 2. С. 22–28. ISSN 2073-4034.

9. Reboldi A., Arnon T. I., Rodda L. B. [et al.] IgA production requires B cell interaction with subepithelial dendritic cells in Peyer's patches // Science. 2016. Vol. 352. Is. 6287. P. 4822. DOI 10.1126/science.aaf4822.

10. Jung C., Hugot J.-P., Barreau F. Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine // International Journal of Inflammation. 2010. Vol. 2010. P. 1–12. DOI 10.4061/2010/823710.

11. Brandtzaeg P. The mucosal immune system and its integration with the mammary glands // The Journal of Pediatrics. 2010. Vol. 156, Is. 2 (Suppl.). P. 8–15. DOI 10.1016/j.jpeds.2009.11.014.

12. Dong P., Yang Y., Wang W.-P. The role of intestinal bifidobacteria on immune system development in young rats // Early Human Development. 2010. Vol. 86, Is. 1. P. 51–58. DOI 10.1016/j.earlhumdev.2010.01.002.

13. Данилевская Н. В., Субботин В. В. Дисбактериозы у мелких домашних животных. М. : Зоомедлит, 2013. 64 с.

14. Зуфаров К. А., Тухтаев К. Р. Пейеровы бляшки, или групповые лимфатические фолликулы. Структурные и функциональные аспекты. Ташкент : Фан, 1997. С. 232–234.

15. Зуфаров К. А., Тухтаев К. Р., Хасанов Б. Б. Количественные и ультраструктурные характеристики иммунокомпетентных клеток молочной железы в динамике беременности и лактации // Морфология. 2003. № 124 (4). С. 74–79. ISSN 1026-3543.

16. Норматов Р. А., Марьяновская Ю. В. Лимфоидная ткань кишечника как основа иммунной системы пищеварительного тракта // Молодой ученый. 2017. № 20 (154). С. 201–203. ISSN 2072-0297.

17. Chang J. E., Buechler M. B., Gressier E. [et al.] Mechanosensing by Peyer's patch stroma regulates lymphocyte migration and mucosal antibody responses // Nature Immunology. 2019. Vol. 20, Is. 11. P. 1506–1516. DOI 10.1038/s41590-019-0505-z.

18. Singh N., Gallagher H. C., Song R. [et al.] RNA isolation from Peyer's patch lymphocytes and mononuclear phagocytes to determine gene expression profiles using NanoString technology // Journal of Biological Methods. 2018. Vol. 5 (3). P. e95. DOI 10.14440/jbm.2018.246.

19. Snoeck V., Verfaillie T., Verdonck F. [et al.] The jejuna Peyer's patches are the major inductive sites of the F4-specific immune response following intestinal immunisation of pigs with F4 (K88) fibriae // Vaccine. 2016. Vol. 24, Is. 18. P. 3812-3820. DOI 10.1016/j.vaccine.2005.07.025.

20. Турецкова В. Ф., Лобанова И. Ю., Рассыпнова С. С. [и др.] Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противоязвенного и противовоспалительного действия // Бюллетень сибирской медицины. 2011. Т. 10, № 5. С. 106–111. ISSN 1682-0363.

21. Струпан Е. А., Полонский В. И., Демиденко Г. А. Технология получения экстрактов из дикорастущего растительного сырья, применяемого в пищевой промышленности и фитотерапии // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11 (110). С. 154–163. ISSN 1819-4036.

22. Садртдинов А. Р., Исмагилова Л. М., Мухаметзянов Р. Р. Перспективные направления переработки неликвидной древесной биомассы лесозаготовок и деревообработки // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 2-3 (7-3). С. 117–119. DOI 10.12737/3204.

23. Смирнов А. В., Нестерова О. Б., Голубев Р. В. Янтарная кислота и ее применение в медицине. Ч. II. Применение янтарной кислоты в медицине // Нефрология. 2014. № 18 (4). С. 12–24. ISSN 1561-6274.

24. Кондрашова М. Н. Регуляция янтарной кислотой энергетического обеспечения и функционального состояния ткани : автореф. дис. … д-ра биол. наук / АН СССР. Ин-т биол. физики. Пущино, 1971. 59 с.

25. Афанасьев В. В. Клиническая фармакология реамберина (очерк). СПб., 2005. 42 с. ISBN 5-94542-149-9.

26. Олесова В. М., Маркатюк О. Ю., Юрова Ю. Ю. [и др.] Метаболизм миокарда и препараты метаболического действия // Кардиология. 2013. Т. 53, № 1. С. 66–71. ISSN 0022-9040.

27. Stanley W. C., Recchia F. A., Lopaschuk G. D. Myocardial substrate metabolism in the normal and failing heart // Physiological Reviews. 2005. Vol. 85, Is. 3. P. 1093–1129. DOI 10.1152/physrev.00006.2004.

28. Лебедев А. Ф., Швец О. М., Евглевский А. А. [и др.] Разработка и применение препаратов на основе янтарной кислоты // Ветеринария. 2009. № 3. С. 48–51. ISSN 0042-4846.

29. Евглевский А. А., Щвец О. М., Евглевская Е. П. [и др.] Новые иммунометаболические препараты для применения в ветеринарии // Найновити постижения на Европейската наука : материали за 7 Международна практична конференция. София : «Бял ГРАД- БГ», 2011. С. 3–6.

30. Коваленко А. Л., Белякова Н. Е. Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы // Фармация. 2000. № 5-6. С. 40–43.

31. Кондрашова М. Н., Маевский Е. И. Взаимодействие гормональной и митохондриальной регуляции / Регуляция энергетического обмена и физиологическое состояние организма : сб. статей ; под ред. М. Н. Кондрашовой. М. : «Наука», 1978. С. 217–229. EDN KMLVTF.

32. Maevsky E. I., Gusar I. B., Rosenfeld A. S. [et al.] Doesn't succinic acid mediate adrenaline stimulation in mitochondria? // II Europ. Bioenerg. Conf. Lyon. 1982. P. 589–590.

33. Андреева Н. Н. Экспериментальные и клинические аспекты применения мексидола при гипоксии // Медицинский альманах. 2009. 4 (9). Р. 193–197. ISSN 1997-7689.

34. Дорофейчук В. Г. Механизм защитной функции лизоцима: фундаментальное и прикладное знание // Нижегородский медицинский журнал. 1996. № 2. С. 9–13. ISSN 0869-0936.

35. Калюжин О. В. Антибактериальные, противогрибковые, противовирусные и иммуномодулирующие эффекты лизоцима: от механизмов к фармакологическому применению. Эффективная фармакотерапия // Педиатрия. 2018. № 1 (14). С. 69–72.

36. Moutsopoulos N. M., Moutsopoulos H. M. The oral mucosa: A barrier site participating in tissue-specific and systemic immunity // Oral Diseases. 2018. Vol. 24, Is. 1-2. P. 22–25. DOI 10.1111/odi.12729.

37. Mitchell R. B., Archer S. M., Ishman S. L. [et al.] Clinical Practice Guideline: Tonsillectomy in Children (Update)-Executive Summary // Otolaryngol Head Neck Surg. 2019. Vol. 160, Is. 2. P. 187–205. DOI 10.1177/0194599818807917.

38. Овсянников В. Г., Торопкина Ю. Е., Краскевич В. В. [и др.] Лизоцим – грани возможного // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. С. 147. DOI 10.17513/spno.29903.

39. Арутюнов А. В., Сирак С. В. Морфологическая оценка влияния разработанной комбинированной лекарственной композиции на репаративные процессы при экспериментальном пульпите // Эндодонтия Today. 2015. № 3. С. 31–34. ISSN 1683-2981.

40. Назаренко Г. И., Кишкун А. А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. М., 2005. С. 28–30

41. Афанасьев Ю. И., Юрина Н. А., Котовский Е. Ф. Гистология, цитология и эмбриология. М., 2002. С. 325–347 с.

42. Montgomery E., Hudson C. S. Transformation of lactose to a new disaccharide, lactoketose // Science. 1929. 69. P. 556–557.

43. Jeurink P. V., van Esch B. C., Rijniese A. [et al.] Mechanisms underlying immune effects of dietary oligosaccharides // The American Journal Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98, Is. 2. P. 572S–577S. DOI 10.3945/ajcn.112.038596.

44. Наместников Е. В., Лопаткина Т. Н. Печеночная энцефалопатия при хронических заболеваниях печени: лечение и профилактика. М., 2004. 17 с.

45. Ferenci P., Herneth A., Steindl P. Newer approaches to therapy of hepatic encephalopathy // Seminars in Liver Disease. 1996. Vol. 16, № 3. P. 329–338. DOI 10.1055/s-2007-1007245.

46. Mokhirev A. P., Zyryanov M. A. Logging operation technology // Systems. Methods. Technologies. 2015. № 3 (27). P. 118–122. ISSN 2077-5415.

47. Mokhirev A., Rukomojnikov K., Gtrasimova M. [et al.] Dynamically Changing Environment1 // Journal of the Korean Wood Science and Technology. 2021. Vol. 49, № 3. P. 254–266.

48. Цикунов А. Е. Сборник математических формул. М. : МТ-пресс : Сирин, 2000. 201 с. ISBN 5-86567-026-6.

49. Плохинский Н. А. Биометрия. 2-е изд. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. 367 с.

50. Hamid P. H., Prastowo S., Kristianingrum Y. P. Intestinal and hepatic coccidiosis among rabbits in Yogyakarta, Indonesia // Veterinary World. 2019. № 12 (8). P. 1256–1260. DOI 10.14202/vetworld.2019.1256-1260.

51. Ahmed I., Khan J. M., Munir S. [et al.] Hematological Changes and Comparative Efficacy of Allopathic and Herbal Drugs on Coccidiosis in Rabbits// Baltica. 2020. № 33 (2). P. 78–99. ISSN 0067-3064.

52. Сидоренко К. В. Морфология органов брюшной полости в норме и при эймериозах у кроликов : дисс. … канд. ветеринар. наук : 06.02.01. Санкт-Петербург, 2022. С. 19.

53. Жункейра Л. К., Карнейро Ж. Гистология : учебное пособие : атлас ; пер. с англ. под ред. В. Л. Быкова. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 571 с. ISBN 978-5-9704-1352-4.

References

1. Tukhsanova N. E., Teshaev Sh. Zh., Musoev T. Ya. Morfometricheskoe issledovanie limfoidnyh obrazovanij tonkoj kishki novorozhdennyh krys // Morfologiya. 2010. T. 10, № 4. S. 195.

2. Khasanov B. B. Sovremennye predstavleniya o strukturno-funkcional'nyh osobennostyah limfaticheskih uzlov // Dostizheniya nauki i obrazovaniya. 2022. № 5 (85). S. 73–78. ISSN 2413-2071.

3. Khasanov B. B., Sultonova D. B. Rol' selezenki v immunologicheskih narusheniyah organizma pri hronicheskih zabolevaniyah pecheni // Dostizheniya nauki i obrazovaniya. 2022. № 5 (85). C. 91–97. ISSN 2413-2071.

4. Azizova F. H., Tuxtaev K. R., Khasanov B. B. Structural and functional properties of mesenteric lymph nodes under antigenic influence in early postnatal ontogeny // Uzbekistan Medical Journal. 1997. № 10-11. P. 14–16.

5. Camille J., Hugot J.-P., Barreau F. Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine // International Journal of Inflammation. 2010. Vol. 2010. P. 1–12. DOI 10.4061/2010/823710.

6. Falchuk E., Amasheh S., Markov A. G. Barrier characteristics of rat Peyer's patches epithelium // Conference: 26th Meeting of the European Intestinal Transport Group (EITG). At: Marstrand, Sweden. 2015. Vol. 214, Is. S701.

7. Hering N. A., Andres S., Fromm A. [et al.] Transforming growth factor-β, a whey protein component, strengthens the intestinal barrier by upregulating claudin-4 in HT-29/B6 cells // The Journal of Nutrition. 2011. Vol. 141, Is. 5. P. 783–789. DOI 10.3945/jn.110.137588.

8. Mukhina Yu. G., Dubrovskaya M. I., Kafarskaya L. I. Immunnaya sistema i mikroflora kishechnika u detej. Obosnovanie funkcional'nogo pitaniya // Farmateka. 2006. № 2. C. 22–28. ISSN 2073-4034.

9. Reboldi A., Arnon T. I., Rodda L. B. [et al.] IgA production requires B cell interaction with subepithelial dendritic cells in Peyer's patches // Science. 2016. Vol. 352. Is. 6287. P. 4822. DOI 10.1126/science.aaf4822.

10. Jung C., Hugot J.-P., Barreau F. Peyer's Patches: The Immune Sensors of the Intestine // International Journal of Inflammation. 2010. Vol. 2010. P. 1–12. DOI 10.4061/2010/823710.

11. Brandtzaeg P. The mucosal immune system and its integration with the mammary glands // The Journal of Pediatrics. 2010. Vol. 156, Is. 2 (Suppl.). P. 8–15. DOI 10.1016/j.jpeds.2009.11.014.

12. Dong P., Yang Y., Wang W.-P. The role of intestinal bifidobacteria on immune system development in young rats // Early Human Development. 2010. Vol. 86, Is. 1. P. 51–58. DOI 10.1016/j.earlhumdev.2010.01.002.

13. Danilevskaya N. V., Subbotin V. V. Disbakteriozy u melkih domashnih zhivotnyh. M. : Zoomedlit, 2013. 64 s.

14. Zufarov K. A., Tukhtaev K. R. Pejerovy blyashki, ili gruppovye limfaticheskie follikuly. Strukturnye i funkcional'nye aspekty. Tashkent : Fan, 1997. S. 232–234.

15. Zufarov K. A., Tukhtaev K. R., Khasanov B. B. Kolichestvennye i ul'trastrukturnye harakteristiki immunokompetentnyh kletok molochnoj zhelezy v dinamike beremennosti i laktacii // Morfologiya. 2003. № 124 (4). S. 74–79. ISSN 1026-3543.

16. Normatov R. A., Mar'yanovskaya Yu. V. Limfoidnaya tkan' kishechnika kak osnova immunnoj sistemy pishchevaritel'nogo trakta // Molodoj uchenyj. 2017. № 20 (154). S. 201–203. ISSN 2072-0297.

17. Chang J. E., Buechler M. B., Gressier E. [et al.] Mechanosensing by Peyer's patch stroma regulates lymphocyte migration and mucosal antibody responses // Nature Immunology. 2019. Vol. 20, Is. 11. P. 1506–1516. DOI 10.1038/s41590-019-0505-z.

18. Singh N., Gallagher H. C., Song R. [et al.] RNA isolation from Peyer's patch lymphocytes and mononuclear phagocytes to determine gene expression profiles using NanoString technology // Journal of Biological Methods. 2018. Vol. 5 (3). P. e95. DOI 10.14440/jbm.2018.246.

19. Snoeck V., Verfaillie T., Verdonck F. [et al.] The jejuna Peyer's patches are the major inductive sites of the F4-specific immune response following intestinal immunisation of pigs with F4 (K88) fibriae // Vaccine. 2016. Vol. 24, Is. 18. P. 3812-3820. DOI 10.1016/j.vaccine.2005.07.025.

20. Turetskova V. F., Lobanova I. Yu., Rassypnova S. S. [i dr.] Osina obyknovennaya kak perspektivnyj istochnik polucheniya preparatov protivoyazvennogo i protivovospalitel'nogo dejstviya // Byulleten' sibirskoj mediciny. 2011. T. 10, № 5. S. 106–111. ISSN 1682-0363.

21. Strupan E. A., Polonskij V. I., Demidenko G. A. Tekhnologiya polucheniya ekstraktov iz dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya, primenyaemogo v pishchevoj promyshlennosti i fitoterapii // Vestnik KrasGAU. 2015. № 11 (110). S. 154–163. ISSN 1819-4036.

22. Sadrtdinov A. R., Ismagilova L. M., Mukhametzyanov R. R. Perspektivnye napravleniya pererabotki nelikvidnoj drevesnoj biomassy lesozagotovok i derevoobrabotki // Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2014. T. 2, № 2-3 (7-3). S. 117–119. DOI 10.12737/3204.

23. Smirnov A. V., Nesterova O. B., Golubev R. V. Yantarnaya kislota i ee primenenie v medicine. Ch. II. Primenenie yantarnoj kisloty v medicine // Nefrologiya. 2014. № 18 (4). S. 12–24. ISSN 1561-6274.

24. Kondrashova M. N. Regulyaciya yantarnoj kislotoj energeticheskogo obespecheniya i funkcional'nogo sostoyaniya tkani : avtoref. dis. … d-ra biol. nauk / AN SSSR. In-t biol. fiziki. Pushchino, 1971. 59 s.

25. Afanas'ev V. V. Klinicheskaya farmakologiya reamberina (ocherk). SPb., 2005. 42 s. ISBN 5-94542-149-9.

26. Olesova V. M., Markatyuk O. Yu., Yurova Yu. Yu. [i dr.] Metabolizm miokarda i preparaty metabolicheskogo dejstviya // Kardiologiya. 2013. T. 53, № 1. S. 66–71. ISSN 0022-9040.

27. Stanley W. C., Recchia F. A., Lopaschuk G. D. Myocardial substrate metabolism in the normal and failing heart // Physiological Reviews. 2005. Vol. 85, Is. 3. P. 1093–1129. DOI 10.1152/physrev.00006.2004.

28. Lebedev A. F., Shvets O. M., Evglevskij A. A. [i dr.] Razrabotka i primenenie preparatov na osnove yantarnoj kisloty // Veterinariya. 2009. № 3. S. 48–51. ISSN 0042-4846.

29. Evglevskij A. A., Shchvets O. M., Evglevskaya E. P. [i dr.] Novye immunometabolicheskie preparaty dlya primeneniya v veterinarii // Najnoviti postizheniya na Evropejskata nauka : materiali za 7 Mezhdunarodna praktichna konferenciya. Sofiya : «Byal GRAD- BG», 2011. S. 3–6.

30. Kovalenko A. L., Belyakova N. E. Yantarnaya kislota: farmakologicheskaya aktivnost' i lekarstvennye formy // Farmaciya. 2000. № 5-6. S. 40–43.

31. Kondrashova M. N., Maevskij E. I. Vzaimodejstvie gormonal'noj i mitohondrial'noj regulyacii / Regulyaciya energeticheskogo obmena i fiziologicheskoe sostoyanie organizma : sb. statej ; pod red. M. N. Kondrashovoj. M. : «Nauka», 1978. S. 217–229. EDN KMLVTF.

32. Maevsky E. I., Gusar I. B., Rosenfeld A. S. [et al.] Doesn't succinic acid mediate adrenaline stimulation in mitochondria? // II Europ. Bioenerg. Conf. Lyon. 1982. P. 589–590.

33. Andreeva N. N. Eksperimental'nye i klinicheskie aspekty primeneniya meksidola pri gipoksii // Medicinskij al'manah. 2009. 4 (9). R. 193–197. ISSN 1997-7689.

34. Dorofejchuk V. G. Mekhanizm zashchitnoj funkcii lizocima: fundamental'noe i prikladnoe znanie // Nizhegorodskij medicinskij zhurnal. 1996. № 2. S. 9–13. ISSN 0869-0936.

35. Kalyuzhin O. V. Antibakterial'nye, protivogribkovye, protivovirusnye i immunomoduliruyushchie effekty lizocima: ot mekhanizmov k farmakologicheskomu primeneniyu. Effektivnaya farmakoterapiya // Pediatriya. 2018. № 1 (14). S. 69–72.

36. Moutsopoulos N. M., Moutsopoulos H. M. The oral mucosa: A barrier site participating in tissue-specific and systemic immunity // Oral Diseases. 2018. Vol. 24, Is. 1-2. P. 22–25. DOI 10.1111/odi.12729.

37. Mitchell R. B., Archer S. M., Ishman S. L. [et al.] Clinical Practice Guideline: Tonsillectomy in Children (Update)-Executive Summary // Otolaryngol Head Neck Surg. 2019. Vol. 160, Is. 2. P. 187–205. DOI 10.1177/0194599818807917.

38. Ovsyannikov V. G., Toropkina Yu. E., Kraskevich V. V. [i dr.] Lizocim – grani vozmozhnogo // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2020. № 3. S. 147. DOI 10.17513/spno.29903.

39. Arutyunov A. V., Sirak S. V. Morfologicheskaya ocenka vliyaniya razrabotannoj kombinirovannoj lekarstvennoj kompozicii na reparativnye processy pri eksperimental'nom pul'pite // Endodontiya Today. 2015. № 3. S. 31–34. ISSN 1683-2981.

40. Nazarenko G. I., Kishkun A. A. Klinicheskaya ocenka rezul'tatov laboratornyh issledovanij. M., 2005. S. 28–30

41. Afanas'ev Yu. I., Yurina N. A., Kotovskij E. F. Gistologiya, citologiya i embriologiya. M., 2002. S. 325–347 s.

42. Montgomery E., Hudson C. S. Transformation of lactose to a new disaccharide, lactoketose // Science. 1929. 69. P. 556–557.

43. Jeurink P. V., van Esch B. C., Rijniese A. [et al.] Mechanisms underlying immune effects of dietary oligosaccharides // The American Journal Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98, Is. 2. P. 572S–577S. DOI 10.3945/ajcn.112.038596.

44. Namestnikov E. V., Lopatkina T. N. Pechenochnaya encefalopatiya pri hronicheskih zabolevaniyah pecheni: lechenie i profilaktika. M., 2004. 17 s.

45. Ferenci P., Herneth A., Steindl P. Newer approaches to therapy of hepatic encephalopathy // Seminars in Liver Disease. 1996. Vol. 16, № 3. P. 329–338. DOI 10.1055/s-2007-1007245.

46. Mokhirev A. P., Zyryanov M. A. Logging operation technology // Systems. Methods. Technologies. 2015. № 3 (27). P. 118–122. ISSN 2077-5415.

47. Mokhirev A., Rukomojnikov K., Gtrasimova M. [et al.] Dynamically Changing Environment1 // Journal of the Korean Wood Science and Technology. 2021. Vol. 49, № 3. P. 254–266.

48. Tsikunov A. E. Sbornik matematicheskih formul. M. : MT-press : Sirin, 2000. 201 s. ISBN 5-86567-026-6.

49. Plokhinskij N. A. Biometriya. 2-e izd. M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1970. 367 s.

50. Hamid P. H., Prastowo S., Kristianingrum Y. P. Intestinal and hepatic coccidiosis among rabbits in Yogyakarta, Indonesia // Veterinary World. 2019. № 12 (8). P. 1256–1260. DOI 10.14202/vetworld.2019.1256-1260.

51. Ahmed I., Khan J. M., Munir S. [et al.] Hematological Changes and Comparative Efficacy of Allopathic and Herbal Drugs on Coccidiosis in Rabbits// Baltica. 2020. № 33 (2). P. 78–99. ISSN 0067-3064.

52. Sidorenko K. V. Morfologiya organov bryushnoj polosti v norme i pri ejmeriozah u krolikov : diss. … kand. veterinar. nauk : 06.02.01. Sankt-Peterburg, 2022. S. 19.

53. Zhunkejra L. K., Karnejro Zh. Gistologiya : uchebnoe posobie : atlas ; per. s angl. pod red. V. L. Bykova. M. : GEOTAR-Media, 2009. 571 s. ISBN 978-5-9704-1352-4.

Сведения об авторах

Михаил Константинович Чугреев – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 7139-8979.

Марина Александровна Сенченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 4975-1748.

Людмила Эдуардовна Мельникова – доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2421-5992.

Юлия Александровна Михайлова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 8441-2100.

Information about the authors

Mikhail K. Chugreev – Doctor of Biological Sciences, Docent, Head of the Department of Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 7139-8979.

Marina A. Senchenko – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 4975-1748.

Lyudmila E. Melnikova – Associate Professor of the Department of Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2421-5992.

Yulia A. Mikhailova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 8441-2100.

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

Научная статья
УДК 636.1.082.4
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.008

ОЦЕНКА ПЛОДОВОЙ КАРЬЕРЫ ЛОШАДЕЙ ПЕРШЕРОНСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНОЙ МАСТИ

Сергей Сергеевич Маркин[1], Сергей Анатольевич Козлов[2], Светлана Александровна Зиновьева[3]
[1, 2, 3]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
[1]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344

Реферат. В исследовании проанализирована эффективность плодового использования кобыл разной масти першеронской породы по данным III и V томов Государственных племенных книг (ГПК). Установлено, что уровень зажеребляемости в среднем по всему поголовью составил 75 и 83,23% соответственно. Вороные кобылы, в сравнении с серыми, более устойчивы к неблагоприятным условиям среды и демонстрируют достоверно более высокую зажеребляемость и, соответственно, имеют меньшее число ($P \geq 0,95$) холостений. Уровень благополучной выжеребки и у серых, и у вороных кобыл превышает 80%, что указывает на их высокий воспроизводительный потенциал и физическое здоровье. В целом по породе у серых кобыл индекс плодовитости составил 68,44%, а у вороных он значительно выше – 72,03%. Анализ результативности плодовой карьеры кобыл першеронской породы разной масти выявил существование достоверно значимых отличий отдельных показателей воспроизводства, обусловленных как генетическими (масть), так и производственными (неблагоприятные условия содержания и кормления) факторами. При этом кобылы вороной масти характеризуются большей устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и демонстрируют при этом высокую плодовитость. Кобылы серой масти более требовательны к условиям существования, но при благоприятных условиях способны проявить высокие воспроизводительные качества.

Ключевые слова: *кобылы, першеронская порода лошадей, воспроизводительные качества, индекс плодовитости, зажеребляемость*

EVALUATION OF THE FERTILITY CAREER OF PERCHERON HORSES OF DIFFERENT COAT COLORS

Sergey S. Markin[1], Sergey A. Kozlov[2], Svetlana A. Zinov'eva[3]
[1, 2, 3]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin, Moscow, Russia
[1]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344

Abstract. The study analyzed the effectiveness of fertility use of mares of different colors of the Percheron breed according to data from Volumes III and V of the State Stud Books (SSB). It was found that the average foaling rate for the entire population was 75% and 83.23%, respectively. Black mares in comparison with gray mares are more resistant to unfavorable environmental conditions and demonstrate a significantly higher foaling rate and, accordingly, have a smaller number ($P \geq 0.95$) of celibacy. The level of successful foaling in both gray and black mares exceeds 80%, which indicates their high reproductive potential and physical health. In general, for the breed in gray mares the fertility index was 68.44%, and in black mares it was significantly higher – 72.03%. Analysis of the productivity of the fertility career of Percheron mares of different coat colors revealed the existence of reliably significant differences in individual reproduction indicators, due to both

genetic (coat color) and production (unfavorable housing and feeding conditions) factors. At the same time, black mares are characterized by greater resistance to unfavorable environmental conditions and show high fertility. Gray mares are more demanding in terms of living conditions but under favorable conditions they are able to show high reproductive qualities.

Keywords: *mares, Percheron horse breed, reproductive qualities, fertility index, foaling rate*

Введение. Першеронская порода лошадей относится к группе крупных тяжеловозов, которые характеризуются большим калибром и высокой живой массой. Среди тяжеловозных пород першерон выделяется рядом своеобразных качеств – красотой и гармоничностью форм, нарядной серой мастью, унаследованной от далеких предков – арабских лошадей [1; 2]. Данная порода получила широкое распространение во многих странах мира, где культивируются разные внутрипородные типы: от классического тяжелоупряжного до более облегчённого «спортивного». В нашей стране першероны, в виду их высокой цены и немногочисленности племенного поголовья, не участвовали в выведении отечественных тяжеловозных пород, а разводились в «чистоте». В советское время першероны использовались в качестве улучшателей местного беспородного поголовья и были включены в план породного районирования ряда областей РФ [3]. Во втором томе ГПК записано 348 кобыл, в пятом томе ГПК – только 46 кобыл, то есть поголовье значительно сократилось. К сожалению, единственный конный завод «Октябрьский» в постреформенный период был упразднён, а имеющееся племенное поголовье теперь находится в собственности частных коневладельцев. Сложившееся положение не позволяет произвести полноценный анализ выраженности хозяйственно-полезных качеств у современного поголовья породы из-за трудностей со сбором сведений о животных [4]. Во Франции и в России допускаются к регистрации только вороные и серые лошади першеронской породы. В то же время, например, в чистокровной верховой породе кобылы серой масти выбывают, главным образом, в начале репродуктивной деятельности из-за пониженной жизнеспособности приплода, тогда как вороные матки редко выбраковываются во время плодовой карьеры, по сравнению с кобылами другой масти [5; 6; 7; 8; 9]. В связи с чем цель исследования состояла в оценке плодовой карьеры племенных кобыл першеронской породы разной масти.

Материал и методы исследования. Для исследования были использованы данные о плодовой карьере кобыл, записанных в III и V тома ГПК лошадей першеронской породы. Было учтено количество плодовых лет, число жеребостей, холостений по каждой кобыле. По общепринятой методике рассчитаны проценты зажеребляемости, прохолоста, благополучной выжеребки по группам кобыл серой и вороной масти, а также индекс плодовитости, как отношение числа плодовых лет к количеству рождённых живых жеребят, выраженный в процентах. Цифровой материал обработан

Таблица 1 – Показатели воспроизводства кобыл першеронской породы, записанных в V том ГПК

Показатель	Значение	%
Плодовые годы, лет	167	–
Зажеребевшие, гол.	139	83,23
Прохолостевшие, гол.	27	16,16
Благополучная выжеребка, гол.	118	84,89
Индекс плодовитости, %	70,65	

Таблица 2 – Показатели воспроизводства кобыл першеронской породы разной масти, записанных в V том ГПК

Показатель	Масть серая (31 гол.)		Масть вороная (15 гол.)	
	Сумма значений	В среднем, %	Сумма значений	В среднем, %
Плодовые годы, лет	113	–	54	–
Зажеребевшие, гол.	94	83,18 ± 3,00	45	83,33 ± 4,20
Прохолостевшие, гол.	19	16,81 ± 3,80	8	14,81 ± 5,60
Благополучная выжеребка, гол.	82	87,23 ± 2,10	36	80,00 ± 5,50
Индекс плодовитости, %	72,56 ± 3,50		66,66 ± 5,70	

с применением методики статистических вычислений, достоверность разности сравниваемых величин определяли с помощью критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Показатели воспроизводства у крупных тяжеловозов достаточно высоки при благоприятных условиях кормления и содержания. В нашем случае по анализируемому поголовью учтено 167 плодовых лет (данные V тома ГПК) и 696 плодовых лет (данные III тома) (табл. 1; 2; 3; 4). Уровень зажеребляемости в среднем по всему поголовью в эти периоды составил 83,23 и 75% соответственно, что следует признать большим успехом, свидетельствующим о потенциально высокой плодовитости породы, грамотной работе с маточным поголовьем и правильно организованной случной кампании. Способность кобылы произвести полноценное жизнеспособное потомство является показателем высокой адаптивности её организма и его приспособленности к существованию в конкретных климатических и производственных условиях.

Для кобыл серой масти, преобладающих по численности в першеронской породе, уровень зажеребляемости составил 83,18% в 2015 году и 72,72% – в 1996 году, что достоверно ($P \geq 0,95$) ниже и объясняется неблагоприятными условиями кормления и содержания кобыл в период экономических преобразований страны, в том числе происходивших в коневодстве. Следует отметить при этом, что кобылы вороной масти продемонстрировали большую стабильность анализируемого показателя – 83,33 и 85,48% соответственно. Следовательно, вороные кобылы, в сравнении с серыми, более устойчивы к неблагоприятным условиям среды и демонстрируют более высокую зажеребляемость и, соответственно, имеют меньшее число ($P \geq 0,95$) холостений.

К случаям неблагополучно завершившейся жеребости традиционно относят аборты и рождение нежизнеспособного (мёртво- и слаборождённого приплода). Именно эти факторы снижают результативность плодового использования кобыл, причём такие патологии вызывают как генетические, так и технологические причины. Иллюстрацией данного факта служит колебание показателей благополучной выжеребки и, соответственно, неблагополучно завершившейся жеребости у кобыл разной масти, записанных в III и в V тома ГПК. Так, уровень благополучной выжеребки и у серых, и у вороных кобыл превышает 80%, что указывает на их высокий воспроизводительный потенциал и физическое здоровье. В целом по породе у серых кобыл индекс плодовитости составил 68,44%, в то время, как у вороных он оказался выше и равен 72,03%.

Всё же в целом воспроизводительные качества серых маток хуже, так как у них чаще наблюдаются холостения и ниже суммарный показатель эффективности плодового использования. Так, величина индекса плодовитости в 1996 году составила 64,33%. Вороные кобылы в этот же период на фоне высокого процента зажеребляемости и благополучной выжеребки имели мало случаев рождения нежизнеспособного приплода и достоверно более высокий индекс плодовитости. Следовательно, можно сделать вывод о том, что кобылы

Таблица 3 – Показатели воспроизводства кобыл першеронской породы, записанных в III том ГПК

Показатель	Значение	%
Плодовые годы, лет	696	–
Зажеребевшие, гол.	522	75,00
Прохолостевшие, гол.	173	24,85
Благополучная выжеребка, гол.	464	88,88
Индекс плодовитости, %	66,66	

Таблица 4 – Показатели воспроизводства кобыл першеронской породы разной масти, записанных в III том ГПК

Показатель	Масть серая (89 гол.)		Масть вороная (21 гол.)	
	Сумма значений	В среднем, %	Сумма значений	В среднем, %
Плодовые годы, лет	572	–	124	–
Зажеребевшие, гол.	416	72,72 ± 2,00	106	85,48 ± 3,30*
Прохолостевшие, гол.	155	27,09 ± 2,00	18	14,51 ± 5,40*
Благополучная выжеребка, гол.	368	88,46 ± 2,40	96	90,56 ± 2,20
Индекс плодовитости, %	64,33 ± 2,40		77,41 ± 4,10*	

Примечание: * – разность достоверна при $P \geq 0,95$.

вороной масти в нестабильных условиях жизнеобеспечения демонстрируют более высокие воспроизводительные качества, поэтому их наличие в производящем составе породы целесообразно.

Выводы. Анализ результативности плодовой карьеры кобыл першеронской породы разной масти выявил существование достоверно значимых отличий отдельных показателей воспроизводства, обусловленных как генетическими (масть), так и производственными факторами (неблагоприятные условия содержания и кормления). При этом кобылы вороной масти характеризуются большей устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и демонстрируют при этом высокую плодовитость. Кобылы серой масти более требовательны к условиям существования, но при благоприятных условиях способны проявить высокие воспроизводительные качества.

Список источников

1. Николаева А. А. Современное состояние и перспективы развития першеронской породы лошадей в России : автореф. дис. … канд. с.-х. наук : специальность 06.02.01. ВНИИК, 1996. 19 с.

2. Козлов С. А., Маркин С. С., Зиновьева С. А. Оценка воспроизводительных качеств кобыл арабской породы Терского конного завода // Вестник биотехнологии. 2017. № 4 (14). С. 2. EDN YTVNHZ.

3. Григорьева О. С., Коновалова М. А. Наиболее распространённые проблемы при организации воспроизводства лошадей // Коневодство и конный спорт. 2006. № 1. С. 29а–30. ISSN 0023-3285.

4. Сорокина И. И., Милько О. С., Борисова А. В. Племенные ресурсы першеронской породы // Коневодство и конный спорт. 2013. № 1. С. 15–19. ISSN 0023-3285.

5. Курская В. А. Масть в тяжеловозных породах: перспективы использования в качестве селекционируемого признака // Иппология и ветеринария. 2017. № 1 (23). С. 14–24. ISSN 2225-1537.

6. Belousova N. F., Bass S. P., Zinovyeva S. A. [et al.] Study of population-genomic structure of Vyatka horses in interline aspect // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. № S14. P. 2–8. DOI 10.32417/1997-4868-2022-229-14-2-8.

7. Белоусова Н. Ф., Басс С. П., Зиновьева С. А. [и др.] Анализ ассоциаций полиморфных вариантов генов Mstn, Cast, Prlr с хозяйственно-полезными качествами лошадей вятской породы // Международный вестник ветеринарии. 2023. № 1. С. 234–247. DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.1.234.

8. Зиновьева С. А., Козлов С. А., Маркин С. С. Характеристика воспроизводительных способностей кобыл разных мастей терской и першеронской пород // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 11. С. 66–73. DOI 10.26155/vet.zoo.bio.202011011.

9. Маркин С. С., Зиновьева С. А., Козлов С. А. Влияние скоростно-силовой нагрузки на некоторые метаболические и энзимологические показатели у лошадей крупных тяжеловозных пород // Коневодство и конный спорт. 2022. № 3. С. 14–17. DOI 10.25727/HS.2022.3.60555.

References

1. Nikolaeva A. A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya persheronskoj porody loshadej v Rossii : avtoref. dis. … kand. s.-h. nauk : special'nost' 06.02.01. VNIIK, 1996. 19 s.

2. Kozlov S. A., Markin S. S., Zinov'eva S. A. Ocenka vosproizvoditel'nyh kachestv kobyl arabskoj porody Terskogo konnogo zavoda // Vestnik biotekhnologii. 2017. № 4 (14). S. 2. EDN YTVNHZ.

3. Grigor'eva O. S., Konovalova M. A. Naibolee rasprostranyonnye problemy pri organizacii vosproizvodstva loshadej // Konevodstvo i konnyj sport. 2006. № 1. S. 29a–30. ISSN 0023-3285.

4. Sorokina I. I., Mil'ko O. S., Borisova A. V. Plemennye resursy persheronskoj porody // Konevodstvo i konnyj sport. 2013. № 1. S. 15–19. ISSN 0023-3285.

5. Kurskaya V. A. Mast' v tyazhelovoznyh porodah: perspektivy ispol'zovaniya v kachestve selekcioniruemogo priznaka // Ippologiya i veterinariya. 2017. № 1 (23). S. 14–24. ISSN 2225-1537.

6. Belousova N. F., Bass S. P., Zinovyeva S. A. [et al.] Study of population-genomic structure of Vyatka horses in interline aspect // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. № S14. P. 2–8. DOI 10.32417/1997-4868-2022-229-14-2-8.

7. Belousova N. F., Bass S. P., Zinov'eva [i dr.] Analiz assotsiatsij polimorfnykh variantov genov Mstn, Cast, Prlr s khozyajstvenno-poleznymi kachestvami loshadej vyatskoj porody // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. 2023. № 1. S. 234–247. DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.1.234.

8. Zinov'eva S. A., Kozlov S. A., Markin S. S. Kharakteristika vosproizvoditel'nykh sposobnostej kobyl raznykh mastej terskoj i persheronskoj porod // Veterinariya, zootekhniya i biotekhnologiya. 2020. № 11. S. 66–73. DOI 10.26155/vet.zoo.bio.202011011.

9. Markin, S. S. Vliyanie skorostno-silovoj nagruzki na nekotorye metabolicheskie i enzimologicheskie pokazateli u loshadej krupnykh tyazhelovoznykh porod / S. S. Markin, S. A. Zinov'eva, S. A. Kozlov // Konevodstvo i konnyj sport. 2022. № 3. S. 14–17. DOI 10.25727/HS.2022.3.60555.

Сведения об авторах

Сергей Сергеевич Маркин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 9084-0600.

Сергей Анатольевич Козлов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 2246-0929.

Светлана Александровна Зиновьева – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 1423-6145.

Information about the authors

Sergey S. Markin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 9084-0600.

Sergey A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 2246-0929.

Svetlana A. Zinov'eva – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 1423-6145.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 636.11.575
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.009

ОСОБЕННОСТИ СКАКОВОЙ КАРЬЕРЫ КОБЫЛ ЧИСТОКРОВНОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЫ, ИМЕЮЩИХ ТИП ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА МИОСТАТИНА С/С

Светлана Александровна Зиновьева[1], Сергей Анатольевич Козлов[2], Сергей Сергеевич Маркин[3]
[1, 2, 3]Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия
[1]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677

Реферат. Исследования посвящены теоретическому обоснованию и практическому подтверждению влияния типа полиморфизма гена миостатина С/С на результативность скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы. Учитывая многообразные функции белка миостатина в организме и его влияние на рост мышечной ткани и формирование костной массы, углеводный обмен, сделано предположение, что соответствующий тип полиморфизма гена миостатина сопровождается проявлением оригинальных черт в экстерьере кобыл чистокровной верховой породы, являющихся фляерами, и их соответствующими дистанционными способностями. В анализируемой группе из 50 голов вариант полиморфизма гена миостатина С/С зарегистрирован у 20% поголовья. Подтвердилась успешность скаковых выступлений лошадей с вариантом полиморфизма гена миостатина С/С и с задатками фляеров именно на коротких (не более 1400 м) дистанциях. Выявлено, что содержание сывороточного белка миостатина в крови, контролируемого соответствующим геном, снижается с возрастом. Поэтому предлагается рассматривать миостатин не только как супрессор мышечной массы, но и как возрастной биомаркер. Установлено, что для кобыл чистокровной верховой породы группы фляеров, несущих вариант полиморфизма гена миостатина С/С, характерна довольно низкая результативность скаковой карьеры при достаточно высоком среднем числе выступлений – 6,9 на голову, их успешность (индекс побед) составляет всего 6,3%. Средняя длина дистанций, на которых одержаны победы, не превышает 1200 м, при соотношении длины дистанций побед и проигрышей близким к 1. Кобылы-фляеры конкурентоспособны в основном в течение одного сезона в возрасте 2-х лет. Результативность их стартов в 3-летнем возрасте, за редким исключением, близка к нулю, поскольку возрастает длина скачек и повышается конкуренция с более сильными лошадьми – дистанционерами. Среди кобыл-фляеров встречаются особи, обладающие большей дистанционной универсальностью и способные успешно выступать в течение нескольких скаковых сезонов.

Ключевые слова: *кобылы, чистокровная верховая порода, полиморфизм, миостатин, дистанционность, скаковая карьера*

PECULIARITIES OF THE RACING CAREER OF THOROUGHBRED BREED MARES WITH TYPE C/C MYOSTATIN GENE POLYMORPHISM

Svetlana A. Zinov'eva[1], Sergey A. Kozlov[2], Sergey S. Markin[3]
[1, 2, 3]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin, Moscow, Russia
[1]pyhkarev@mail.ru, ORCID 0000-0003-0593-2344
[2]ksa64@mail.ru, ORCID 0000-0002-5699-7378
[3]markinss@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5575-8677

Abstract. The researches are devoted to the theoretical explanation and practical confirmation of the influence of the polymorphism type of the myostatin C/C gene on the performance of the racing career of Thoroughbred breed mares. Taking into account the diverse functions of the myostatin protein in the body

and its influence on the growth of muscle tissue and the formation of bone mass, carbohydrate metabolism, it is assumed that the corresponding type of polymorphism of the myostatin gene is accompanied by the manifestation of original features in the exterior of Thoroughbred breed mares that are fliers and their corresponding distance abilities. In the test group of 50 animals, a variant of the myostatin C/C gene polymorphism was registered in 20% of the livestock. The success of horse racing performances with a variant of the myostatin C/C gene polymorphism and with fliers' settings exactly at short distances (no more than 1400 m) was confirmed. It was revealed that the content of serum myostatin protein in the blood, controlled by the corresponding gene, decreases with age. Therefore it is proposed to consider myostatin not only as a suppressor of muscle mass, but also as an age-related biomarker. It has been established that Thoroughbred breed mares of the flier group, carrying a variant of the myostatin C/C gene polymorphism, are characterized by a rather low performance in their racing career with a fairly high average number of performances – 6.9 per head, their success (victory index) is only 6.3%. The average length of the distances at which victories were won does not exceed 1200 m, with the ratio of the length of the distances of victories and losses close to 1. Flier mares are competitive mainly during one season at the age of 2 years. The performance of their starts at 3 years of age, with rare exceptions, is close to zero, as the length of the race increases and competition with stronger horses-distancers increases. Among the flier mares, there are individuals that have greater distance versatility and are able to successfully perform over several racing seasons.

Keywords: *mares, Thoroughbred breed, polymorphism, myostatin, distance, racing career*

Введение. Ген миостатина, курирующий соответствующий белок, работает в организме как ингибитор роста мускулатуры, поэтому ограничение его влияния приводит к её гипертрофии. Изучение молекулярного действия миостатина показало, что он подавляет пролиферацию миогенных клеток посредством контроля прогрессирования клеточного цикла. Мутация гена миостатина, сочетающаяся с потерей или ограничением функции этого белка, влияет на многие качественные свойства мышц, поскольку сказывается на волокнах, соединительной ткани и внутримышечной жировой ткани. Проведённые в последние годы исследования продемонстрировали гормональную активность мышечной ткани наряду с другими её функциями. Мышечная ткань представлена миоцитами – оригинальным типом клеток, формирующих основную её часть. Установлено, что миоциты способны высвобождать сигнальные молекулы – миокины, действующие ауто- и паракринно в пределах мышцы, а при высоком уровне – через системную циркуляцию, осуществляя взаимодействия между скелетными мышцами и различными органами и тканями, такими как печень, костная и жировая ткань, головной мозг [1; 2; 3]. Миокины имеют широкий спектр физиологических эффектов. Миостатин – это первый миокин, выделенный из мышечной ткани, подавляет её рост и дифференцировку. У мышей с дефицитом миостатина были выявлены нормальная скорость основного обмена, но более высокий дыхательный коэффициент, свидетельствующий о повышенной скорости окисления углеводов; у них зарегистрировано увеличение количества тощей массы, низкое содержание жировой массы, повышение чувствительности тканей к инсулину [3]. В совокупности эти качества присущи лошадям со скоростными способностями и скоростному рывку – фляерам (flier – лошадь, показывающая лучшую резвость на коротких и средних дистанциях). В костной ткани миостатин приводит к резорбции, усиливая остеокластогенез и препятствуя остеобластогенезу. У мышей с инактивирующими мутациями гена миостатина отмечалось увеличение плотности костной ткани. Таким образом, миостатин оказывает отрицательное действие на рост мышечной ткани и формирование костной массы, углеводный обмен [3]. Миокины – триггерные молекулы, образуются миоцитами и выводятся в кровеносную систему в ответ на сокращение мышечных волокон, обеспечивая взаимодействие с различными органами, прежде всего, с жировой тканью, печенью и головным мозгом. Миостатин является наиболее изученным в настоящее время миокином. Миокины играют важную роль в реализации многочисленных процессов, таких как миогенез, остеогенез, термогенез, липолиз, повышение чувствительности тканей к глюкозе. Особый интерес к миостатину проявляют спортивные физиологи, которые исследуют его связь со спортивными результатами [4; 5].

Полиморфизм гена миостатина и его последствия для функционирования организма лошадей привлекает интерес исследователей многих стран уже более тридцати лет. С момента обнаружения и до настоящего времени установлено, что три варианта полиморфизма – C/C, C/T, T/T – связаны с дистанционными способностями, прежде всего, чистокровных верховых лошадей [6]. Присутствие гомозиготного типа C/C встречается только у этой породы лошадей и очень редко у «сильно кровленых» представителей полукровных пород, тогда как гетерозиготный тип C/T распространён довольно значительно в породах, при совершенствовании которых использовали чистокровную верховую. По дистанционным способностям и варианту полиморфизма гена миостатина чистокровных

лошадей делят на: фляеров (они же спринтеры) с генотипом С/С (дистанции 1000–1400 м), майлеров – генотип С/Т (1600–1800 м), классиков – генотип С/Т (1800–2400 м), стайеров – генотип Т/Т (2800–4000 м) [6].

Каждому дистанционному классу соответствуют определённые черты телосложения. Так, спринтеры имеют рельефную, хорошо развитую выпуклую мускулатуру, особенно плеча и крупа, округлые формы мощного корпуса. Стайеры, напротив, характеризуются более лёгким костяком, длинными, плоскими мышцами, большей обмускуленностью плеча, по сравнению с крупом, более узкой грудной клеткой и корпусом. При этом дистанционные способности коррелируют с конституциональной крепостью, жизнеспособностью и здоровьем лошадей. Влияние полиморфизма гена миостатина на хозяйственно-полезные качества лошадей разных пород рассматривается в основном в разрезе их скоростных способностей. Между тем, по мере углубления и расширения представлений об участии белка миостатина, кодируемого соответствующим геном, в процессах жизнедеятельности организма, целесообразно расширить круг поиска его возможных связей с отдельными рабочими и продуктивными (в самом широком понимании) качествами [7; 8]. С учётом всего вышеизложенного цель исследования заключалась в оценке скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих тип полиморфизма гена миостатина С/С.

Материал и методы исследования. Для проведения исследования у 50 кобыл чистокровной верховой породы, содержащихся в одном конном заводе, был определён тип полиморфизма гена миостатина в лаборатории «Хорсген» под руководством С. И. Сорокина. Данные о результативности скаковой карьеры исследуемого поголовья получены из базы информационно-поисковой системы ИПС «Кони-3» ВНИИ коневодства.

Результаты и обсуждение. В ранее проведённых на животных моделях и человеке исследованиях обнаружено, что имеются различия в силе взаимосвязи типа полиморфизма гена MSTN с гипертрофией и силой скелетных мышц, обусловленные многими факторами, среди которых важными считают этническую и гендерную принадлежность, возраст, размер выборки, массу тела и уровень физической активности [4; 9]. В отношении к лошадям влияние типа полиморфизма гена миостатина на хозяйственные качества рассматривается недостаточно разносторонне, в связи с тем, что в силу многих причин лошадь чрезвычайно сложная и дорогая модель для изучения. Как уже было отмечено, все варианты полиморфизма гена миостатина, регулирующего соответствующий белок, встречаются преимущественно в чистокровной верховой породе лошадей, поэтому именно в отношении неё целесообразно проводить соответствующие исследования [6; 7]. В анализируемой группе из 50 голов вариант полиморфизма гена миостатина С/С зарегистрирован у 20% поголовья. Все кобылы прошли ипподромные испытания, причём 3 головы скакали один сезон, 5 – два, а 2 кобылы – три сезона. За всю историю собственной карьеры победы в розыгрыше призов имели только 3 кобылы, скакавшие более одного сезона, 2 лошади занимали призовые места, а 3 кобылы, стартовавшие от 7 до 15 раз, имели и победы, и призовые места. Учитывая, что ингибирование экспрессии миостатина приводит к увеличению мышечной массы и активизации процессов регенерации мышц, тип полиморфизма гена миостатина С/С положительно сказывается на габитусе животных, обладающих им. Как известно, яркие фляеры должны иметь сильную, выпуклую мускулатуру плеча и крупа и обладать способностью к совершению взрывной скоростной работы на относительно короткой дистанции. Отсутствие сведений о соответствующих промерах кобыл-фляеров анализируемой группы, находящихся в скаковых кондициях, не позволяет сделать заключение о соответствии их габитуса теоретической модели. Но интересно отметить, что только одна кобыла из 10 при 15 стартах имела победы на дистанциях свыше 2000 м, средняя дистанция её проигрышных стартов (3 за 3 сезона) составила 1400 м (проигрыши были в 2-летнем возрасте). То есть данная особь проявила большую дистанционную универсальность, что совсем не характерно для типичных фляеров, несущих тип полиморфизма С/С. В анализируемой выборке присутствует одна кобыла, скакавшая только в трёхлетнем возрасте 4 раза и не имевшая ни побед, ни призовых мест. Средняя дистанция её выступлений составляет 2150 м, что велико и очень трудно для фляеров, но объясняется удлинением дистанции скачек свыше 1600 м для трёхлетних лошадей. Поскольку большинство кобыл по преимуществу обязательно выступали в 2-летнем возрасте, средняя длина их скачек колебалась от 1100 до 1500 м, несмотря на то, что в структуре выступлений для этого возраста дистанции менее 1600 м занимают совсем небольшой удельный вес. При этом средняя длина дистанций скачек, в которых принимали участие кобылы (за исключением двух), не превышает 1600 м – от 1100 до 1567 м, а дистанция проигрышей – от 1267 до 1620 м. Длина победных дистанций составила 1000–1200 м, а призовых мест – 1600 м. Следовательно, в основном подтверждается успешность скаковых выступлений лошадей с вариантом полиморфизма гена миостатина С/С и с задатками фляеров именно на коротких – не более 1400 м – дистанциях. Выступление кобыл-

фляеров в трёхлетнем возрасте менее удачно и не всегда сопровождается победами и даже призовыми местами, при сохранении невысокой средней длины дистанций выступлений и проигрышей. Таким образом, следует заключить, что с возрастом успешность выступлений кобыл с вариантом полиморфизма гена миостатина C/C резко падает. Возможно, подтверждается установленный факт влияния женских эстрогенов на экспрессию миостатина, вызванного физическими упражнениями. Выявлено также, что содержание сывороточного белка миостатина, контролируемого соответствующим геном, в крови снижается с возрастом, поэтому предлагается рассматривать миостатин не только как супрессор мышечной массы, но и как возрастной биомаркер. Таким образом, на основании представленных в научной литературе фактов и рассмотренных показателей скаковой карьеры кобыл группы фляеров, несущих вариант полиморфизма гена миостатина C/C, можно сделать нижеприведённые выводы.

Выводы. Результативность скаковой карьеры кобыл довольна низкая, при достаточно высоком среднем числе выступлений – 6,9 на голову, их успешность (индекс побед) составляет всего 6,3%. Средняя длина дистанций, на которых одержаны победы, не превышает 1200 м, при соотношении длины дистанций побед и проигрышей близким к 1. Кобылы-фляеры конкурентоспособны в основном в течение одного сезона в возрасте 2-х лет. Результативность их стартов в 3-летнем возрасте, за редким исключением, близка к нулю, поскольку возрастает длина скачек и повышается конкуренция с более сильными лошадьми – дистанционерами. Среди кобыл-фляеров встречаются особи, обладающие большей дистанционной универсальностью и способные успешно выступать в течение нескольких скаковых сезонов.

Список источников

1. Joulia-Ekaza D., Cabello G. Myostatin regulation of muscle development: Molecular basis, natural mutations, physiopathological aspects // Experimental Cell Research. 2006, Vol. 312, Is. 13. P. 2401–2414. DOI 10.1016/j.yexcr.2006.04.012.

2. Wagner K. R. Muscle regeneration through myostatin inhibition // Current Opinion in Rheumatology. 2005. Vol. 17, № 6. P. 720–724. DOI 10.1097/01.bor.0000184163.61558.ca.

3. Васюкова О. В., Касьянова Ю. В., Окороков П. Л. [и др.] Миокины и адипомиокины: медиаторы воспаления или уникальные молекулы таргетной терапии ожирения? // Проблемы эндокринологии. 2021. Т. 67, № 4. С. 36–45. DOI 10.14341/probl12779.

4. Аксенов М. О. Метаанализ ассоциации полиморфизма гена MSTN rs1805086 с силовыми показателями спортсменов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 2. С. 303–335. DOI 10.12731/2658-6649-2021-13-2-303-335.

5. Рогозкин В. А., Астратенкова И. В., Дружевская А. М. [и др.] Ген-маркеры предрасположенности к скоростно-силовым видам спорта // Теория и практика физической культуры. 2005. № 1. С. 2–4.

6. Зиновьева С. А., Козлов С. А., Маркин С. С. Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих вариант полиморфизма T/T гена миостатина // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 3 (63). С. 65–69. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.008.

7. Маркин С. С., Зиновьева С. А., Козлов С. А. Дистанционная специализация лошадей, несущих разный вариант гена миостатина // Современные проблемы зоотехнии : сб. тр. по материалам Международ. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, профессора Бакай Анатолия Владимировича (1946–2020) в рамках Года науки и технологий Российской Федерации по тематике «Генетика и качество жизни». М. : ЗооВетКнига, 2022. С. 107–112. ISBN 978-5-6048278-3-3.

8. Маркин С С., Козлов С. А., Зиновьева С. А. Характеристика полиморфизма гена миостатина у лошадей орловской рысистой породы // Актуальные вопросы развития коневодства : материалы I Нац. (Всеросс.) науч.-практ. конф. / отв. редактор И. И. Бородин. Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 85–88. EDN TTYNUS.

9. Cassar-Malek I., Passelaigue F., Bernard C. [et al.] Target genes of myostatin loss-of-function in muscles of late bovine fetuses // BMC Genomics. 2007. 1:8:63. DOI 10.1186/1471-2164-8-63.

References

1. Joulia-Ekaza D., Cabello G. Myostatin regulation of muscle development: Molecular basis, natural mutations, physiopathological aspects // Experimental Cell Research. 2006, Vol. 312, Is. 13. P. 2401–2414. DOI 10.1016/j.yexcr.2006.04.012.

2. Wagner K. R. Muscle regeneration through myostatin inhibition // Current Opinion in Rheumatology. 2005. Vol. 17, № 6. P. 720–724. DOI 10.1097/01.bor.0000184163.61558.ca.

Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих тип полиморфизма гена миостатина C/C

3. Vasyukova O. V., Kas'yanova Yu. V., Okorokov P. L. [i dr.] Miokiny i adipomiokiny: mediatory vospaleniya ili unikal'nye molekuly targetnoj terapii ozhireniya? // Problemy endokrinologii. 2021. T. 67, № 4. S. 36–45. DOI 10.14341/probl12779.

4. Aksenov M. O. Metaanaliz associacii polimorfizma gena MSTN rs1805086 s silovymi pokazatelyami sportsmenov // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. T. 13, № 2. C. 303–335. DOI 10.12731/2658-6649-2021-13-2-303-335.

5. Rogozkin V. A., Astratenkova I. V., Druzhevskaya A. M. [i dr.] Gen-markery predraspolozhennosti k skorostno-silovym vidam sporta // Teoriya i praktika fizicheskoj kul'tury. 2005. № 1. S. 2–4.

6. Zinov'eva S. A., Kozlov S. A., Markin S. S. Osobennosti skakovoj kar'ery kobyl chistokrovnoj verhovoj porody, imeyushchih variant polimorfizma T/T gena miostatina // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2023. № 3 (63). S. 65–69. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.008.

7. Markin S. S., Zinov'eva S. A., Kozlov S. A. Distancionnaya specializaciya loshadej, nesushchih raznyj variant gena miostatina // Sovremennye problemy zootekhnii : sb. tr. po materialam Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 75-letiyu so dnya rozhdeniya d-ra s.-h. nauk, professora Bakaj Anatoliya Vladimirovicha (1946–2020) v ramkah Goda nauki i tekhnologij Rossijskoj Federacii po tematike «Genetika i kachestvo zhizni». M. : ZooVetKniga, 2022. S. 107–112. ISBN 978-5-6048278-3-3.

8. Markin S S., Kozlov S. A., Zinov'eva S. A. Harakteristika polimorfizma gena miostatina u loshadej orlovskoj rysistoj porody // Aktual'nye voprosy razvitiya konevodstva : materialy I Nac. (Vseross.) nauch.-prakt. konf. / otv. redaktor I. I. Borodin. Ussurijsk : Primorskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2022. S. 85–88. EDN TTYNUS.

9. Cassar-Malek I., Passelaigue F., Bernard C. [et al.] Target genes of myostatin loss-of-function in muscles of late bovine fetuses // BMC Genomics. 2007. 1:8:63. DOI 10.1186/1471-2164-8-63.

Сведения об авторах

Светлана Александровна Зиновьева – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 1423-6145.

Сергей Анатольевич Козлов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 2246-0929.

Сергей Сергеевич Маркин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», spin-код: 9084-0600.

Information about the authors

Svetlana A. Zinov'eva – Candidate of Biological Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 1423-6145.

Sergey A. Kozlov – Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 2246-0929.

Sergey S. Markin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Private Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin", spin-code: 9084-0600.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 636.234.2.034:636.082.262
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.010

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В ООО «КРАСНЫЙ МАЯК»

Н. С. Фураева[1], Е. А. Зверева[2], С. С. Воробьёва[3], В. П. Финогеев[4], Н. Г. Подгорнова[5]

[1, 2]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1, 2, 3]АО «Ярославское» по племенной работе, Ярославль, Россия
[4, 5]ООО «Красный маяк», Шурскол, Россия

Автор, ответственный за переписку: Евгения Анатольевна Зверева, zvereva@yandex.ru

Реферат. В статье представлен анализ влияния таких генетических факторов, как линейная принадлежность и бык-отец, на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в племзаводе ООО «Красный маяк» Ярославской области. Максимальный удой, содержание жира в молоке получены от коров собственной репродукции. Среди импортного скота наибольшие удои, жирно- и белковомолочность – у животных, завезённых из Венгрии и Германии. Большая часть анализируемого поголовья коров относится к линиям Уес Идеал (1922 гол., или 56,0%) и Рефлекшн Соверинг (1470 гол., или 42,8%). Коровы линии Уес Идеал отличаются высокими удоями молока по итогам первой лактации, коротким сервис-периодом, ранним возрастом при первом плодотворном осеменении при высокой живой массе. Для коров линии Монтвик Чифтейн характерно повышенное содержание жира в молоке, а также более высокий удой за наивысшую лактацию. Коровы родственной группы Розейф Ситейшн были самыми крупными при первом отёле. У животных линии Рефлекшн Соверинг все исследуемые показатели находятся на уровне среднего по стаду. Первотёлки от отцов канадского и американского происхождения выровнены по удою (+13 и +28 кг к среднему по стаду соответственно). Жирномолочность выше у животных канадского происхождения (+0,02% и +2,8 кг молочного жира), а белковомолочность – у коров американского происхождения (+0,02% и +3,2 кг молочного белка). По наивысшей лактации сочетание максимального удоя, содержания жира и белка в молоке характерно для коров, отцы которых немецкого происхождения (+167 кг молока, +0,03% и 9,5 кг молочного жира, +5,6 кг молочного белка к сверстницам стада). Лидером стада по удою дочерей за 305 дней первой лактации (10916 кг) является бык Стентонс РР 12652442 линии Уес Идеал. По результатам BLUP-оценки племенной ценности 11922 живых и выбывших быков-производителей голштинской породы в 2023 году в РФ Стентонс занял 18 место (данные ФГБНУ ВНИИплем).

Ключевые слова: *голштинская порода, молочная продуктивность, воспроизводительные качества, племенная ценность*

THE INFLUENCE OF GENETIC FACTORS ON MILK PRODUCING ABILITY AND REPRODUCTIVE QUALITIES OF HOLSTEIN COWS IN OOO “KRASNY MAYAK”

Nina S. Furaeva[1], Evgeniya A. Zvereva[2], Svetlana S. Vorobyova[3], Vasiliy P. Finogeev[4], Natalya G. Podgornova[5]

[1, 2]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1, 2, 3]JSC “Yaroslavskoe” on breeding work, Yaroslavl, Russia
[4, 5]LLC “Krasny Mayak”, Shurskol, Russia

Author responsible for correspondence: Evgeniya A. Zvereva, zvereva@yandex.ru

Abstract. The article presents an analysis of the influence of such genetic factors as linear affiliation and paternal bull on the milk producing ability and reproductive qualities of Holstein cows in the stud farm of LLC "Krasny Mayak" in the Yaroslavl region. The maximum milk yields, fat content of milk are obtained from cows of their own reproduction. Among imported livestock, the highest yields, fat and protein milk content are in animals imported from Hungary and Germany. Most of the analyzed cow population belongs to the lines Vis Ideal (1922 heads or 56.0%) and Reflection Sovering (1470 heads or 42.8%). Cows of the Vis Ideal line are distinguished by high milk yields according to the results of the first lactation, a short service period, an early age at the first fertile insemination and a high live weight. Cows of the Montvik Chieftain line are characterized by an increased fat content in milk, as well as a higher milk yield during the highest lactation. The cows of the related group Rosafe Citation were the largest at first calving. In animals of the Reflection Sovering line all studied indicators are at the level of the average for the herd. First-calf heifers from fathers of Canadian and American origin are equal in milk yield (+13 and +28 kg to the average for the herd, respectively). The butterfat percentage is higher in animals of Canadian origin (+0.02% and +2.8 kg of milk fat), and the protein milk content is higher in cows of American origin (+0.02% and +3.2 kg of milk protein). According to the highest lactation the combination of maximum milk yield, fat and protein content in milk is typical for cows whose fathers are of German origin (+167 kg of milk, +0.03% and 9.5 kg of milk fat, +5.6 kg of milk protein compared to herdmates). The leader of the herd in milk yield of daughters for 305 days of the first lactation (10916 kg) is the bull Stantons PP 12652442 of the Vis Ideal line. According to the results of the BLUP-assessment of the breeding value of 11922 living and retired Holstein servicing bulls in the Russian Federation in 2023, Stantons took 18th place (data from the FSBSI ARSIplem).

Keywords: *Holstein breed, milk producing ability, reproductive qualities, breeding value*

Введение. Для консолидации и совершенствования генетического потенциала высокопродуктивных стад необходим постоянный мониторинг качественных показателей. Создание и совершенствование высокопродуктивных стад необходимо для генетического улучшения всего массива скота той или иной породы [1; 2; 3]. Современные селекционные приёмы и методы оценки признаков продуктивности позволяют выделить в каждом племенном стаде лучшие родственные группы животных и провести их оценку по молочной продуктивности, выявить взаимосвязи хозяйственно-полезных признаков.

ООО «Красный маяк» в настоящее время является племзаводом по голштинской породе и племрепродуктором по ярославской породе, занимает первое место по валовому производству молока среди племенных сельхозпредприятий Ярославской области. Подконтрольное поголовье на 01.01.2023 года – 10684 головы скота, в том числе 4726 коров. Надой за год за 305 дней лактации на корову составил 12681 кг молока с содержанием жира 4,01%, белка 3,40% (данные производственного отчёта).

При формировании высокопродуктивного стада молочного скота в племзаводе ООО «Красный маяк» определяющим фактором при ведении селекционно-племенной работы была способность животных оплачивать потребляемые корма наибольшим выходом высококачественной продукции при сохранении хорошего здоровья и нормального воспроизводства животных.

Стадо создавалось в основном путём завоза нетелей голштинской породы из Германии, Дании, Нидерландов, Чехии, Венгрии и России. Параллельно велась селекционная работа с собственным стадом ярославского скота методом поглотительного скрещивания коров с голштинскими быками. Первая партия – 135 нетелей, поступила в хозяйство в 2002 году из Германии [4]. Затем в течение 11 лет было завезено 4546 голов из других стран Европы.

В 2016 году в эксплуатацию ввели современный молочный комплекс на 2000 коров в деревне Василёво, в декабре 2021 года введён молочный комплекс в селе Поклоны на 3600 коров. Для вывода комплексов на проектные мощности первотёлок собственной репродукции в хозяйстве было недостаточно, поэтому с конца 2021 по 2022 годы из разных стран Европы и предприятий РФ закуплено 2106 нетелей и 66 тёлок голштинской породы. Средняя продуктивность матерей всех закупленных нетелей составляла от 9073 до 11039 кг молока.

Цель данных исследований – изучить молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы собственной репродукции и закупленных в России и разных странах Европы.

Задачи исследований:

– проанализировать показатели молочной продуктивности закупленного скота и коров собственной репродукции по первой лактации;

– оценить влияние линейной принадлежности на молочную продуктивность и воспроизводительные качеств коров;

– изучить молочную продуктивность коров собственной репродукции с учётом страны происхождения быков-отцов;

– провести рейтинговую оценку быков-производителей по молочной продуктивности дочерей-первотёлок, определить лучших из них на перспективу.

Материал и методика. Информационной базой для исследований являются материалы зоотехнического и племенного учёта (формы 1-мол, 2-мол), бонитировочные ведомости и производственные отчёты племзавода ООО «Красный маяк», данные программного комплекса «СЕЛЭКС.Молочный скот» на 01.06.2023 года. Использован метод сплошного обследования, учтены не только живые, но и выбывшие в течение последних 5 месяцев 2023 года коровы голштинской породы, которые имеют все данные по исследуемым показателям.

Количественные показатели проанализированы биометрически, методом вариационной статистики с расчётом основных констант: средней и её ошибки, коэффициента изменчивости. Молочная продуктивность оценена по удою, массовой доле жира и белка (выход молочного жира и белка) за лактацию, воспроизводительная способность – по возрасту и живой массе первого отёла, сервис-периоду.

Результаты. По данным на 01.01.2023 г. в ООО «Красный маяк» пробонитировано 10230 голов скота голштинской породы, в том числе 4460 коров. Средняя продуктивность по стаду составила 11040 кг молока с содержанием жира 3,89%, белка 3,32%.

В таблице 1 приведена характеристика молочной продуктивности закупленных в 2021–2022 гг. нетелей по первой лактации, первотёлок, рождённых от завезённого ранее скота и животных собственной репродукции (коров, осеменённых в ООО «Красный маяк»).

Анализ данных показывает, что среди импортного скота наибольшие удои, количество молочного жира и белковомолочность у животных, завезённых из Венгрии и Германии. Наименьшие показатели удоя – у скота датского и голландского происхождения. У первотёлок, закупленных в ООО «ЭкоНиваАгро», содержание жира в молоке достоверно ниже, чем в других группах.

Максимальный удой, содержание жира в молоке у коров собственной репродукции подтверждают, что системная селекционная работа по индивидуальному подбору родительских пар и отбор быков с высокой племенной ценностью (в том числе использование производителей, входящих в мировой ТОР-10) позволили добиться положительных результатов.

На уровень молочной продуктивности и воспроизводства стада влияют такие генетические факторы, как порода, линейная принадлежность и отцы коров.

В таблице 2 представлена характеристика коров различных линий по уровню анализируемых показателей.

В стаде выявлены 4 линии голштинской породы. Большая часть анализируемого поголовья коров относится к линии Уес Идеал – 1922 гол., или 56,0%. Также большое поголовье коров линии Рефлекшн Соверинг – 1470 гол., или 42,8%. Линия Монтвик Чифтейн представлена 44 коровами, а родственная группа Розейф Ситейшн – 11 головами.

Наивысшим удоем молока по максимальной лактации отличаются коровы линии Монтвик Чифтейн, 11754 кг при среднем фенотипическом разнообразии (Cv = 16,2%). Также выше среднего удой по максимальной лактации у коров линии Уес Идеал, 10647 кг при среднем коэффициенте вариации 16,8%. Во всех линиях отмечен средний коэффициент изменчивости изучаемого показателя, т.е. на уровне среднестатистической нормы.

Высокие удои молока по первой лактации характерны для коров всех линий, но в двух группах он выше среднего. За 305 дней первой лактации удой молока выше у коров линии Уес Идеал (9911 кг) и родственной группы Розейф Ситейшн (9852 кг), при пониженных коэффициентах изменчивости – 15,1 и 12,4% соответственно. Относительно невысокие коэффициенты изменчивости (от 12,4 до 15,1%) свидетельствуют о консолидации стада по главному селекционному признаку – удою коров.

Содержание жира в молоке у коров разных линий находится в диапазоне 3,74% (Розейф Ситейшн) и 4,02% (Монтвик Чифтейн). У коров основных линий стада, Уес Идеал и Рефлекшн Соверинг, этот показатель соответствует среднему и практически одинаков – 3,82 и 3,81%. Во всех линиях отмечена однородность при невысоких коэффициентах изменчивости – 6,0–6,5%. Крайние значения содержания жира в молоке характерны для линий с небольшим поголовьем коров, 44 и 11 голов, коэффициенты изменчивости низкие во всех группах. В двух линиях, составляющих основу стада с общим поголовьем 3392 коровы, он находится на уровне среднего по выборке. Содержание жира в молоке мало зависит от линейной принадлежности.

Для содержания белка в молоке у коров различных линий характерна аналогичная тенденция. Между линиями различия незначительные. В негативную сторону отличаются лишь коровы малочисленной линии Монтвик Чифтейн. Коровы линий Уес Идеал и Рефлекшн Соверинг имеют содержание белка в молоке 3,31%, что соответствует среднему уровню по выборке. Коэффициенты изменчивости по изучаемому показателю пониженные во всех группах, от 3,3 до 3,8%, свидетельствующие

Таблица 1 – Характеристика молочной продуктивности закупленного скота и коров собственной репродукции по первой лактации

Страна-импортёр нетелей	Год закупки скота	Количество и продуктивность животных по 1-й лактации						
		количество, гол.	удой, кг	содержание жира, %	молочный жир, кг	содержание белка, %	молочный белок, кг	живая масса, кг
Венгрия	2022	63	9955	3,68	367,3	3,39	339,3	598
Германия	2021–2022	474	9955	3,72	370,2	3,37	335,6	583
Дания	2021–2022	589	9339	3,75	350,4	3,35	312,9	628
Нидерланды	2021	51	9286	3,75	348,4	3,36	309,6	581
Чехия	2021–2022	29	9587	3,74	358,6	3,37	323,1	588
Словакия	2022	7	9601	3,62	347,6	3,34	319,4	582
Россия, АО СП «Аксинь-ино»	2021	38	9771	3,75	365,6	3,38	330,0	627
Россия, ООО «ЭкоНиваАгро»	2022	244	9888	3,58	354,8	3,41	336,8	623
Скот, рождённый от импортных нетелей		287	9628	3,92	377,1	3,23	310,7	532
Собственная репродукция		2323	10007	3,86	385,7	3,29	329,1	558

об однообразии по изучаемому показателю. Содержание белка в молоке коров мало зависит от линейной принадлежности.

Живая масса коров при первом отёле у животных различных линий несколько отличается. Самыми крупными являются животные родственной группы Розейф Ситейшн с живой массой при первом отёле 585 кг. Наименьшая живая масса – у коров линии Монтвик Чифтейн (531 кг). Средний показатель по стаду составляет 574 кг, его несколько превосходят коровы родственной группы Розейф Ситейшн и линии Рефлекшн Соверинг (на 11 и 5 кг соответственно). Для признака также характерно небольшое фенотипическое разнообразие, о чём свидетельствуют пониженные коэффициенты изменчивости (5,4–8,4%).

Анализ продолжительности сервис-периода по итогам первой лактации у коров разных линий показывает, что он более короткий и приближается к среднему по стаду значению по линии Уес Идеал – 121 день. В остальных линиях продолжительность сервис-периода коров чуть больше среднего по выборке, но между группами разность незначительная, от 1 до 16 дней, а внутри групп коэффициенты изменчивости высокие – 51,4–57,6%. Значительной взаимосвязи продолжительности сервис-периода с возрастом и живой массой при первом плодотворном осеменении не установлено.

Возраст первого плодотворного осеменения у коров различных линий отличается мало и находится на уровне 13,8–14,1 месяца. Наименьший показатель выявлен у коров линии Уес Идеал – 13,8 месяца. Во всех линиях отмечена однородность. Коэффициенты изменчивости – от 9,3 до 11,3%, т.е. на уровне среднестатистической нормы.

Для живой массы при первом плодотворном осеменении характерны отличия между животными с различной линейной принадлежностью. Коров родственной группы Розейф Ситейшн осеменяют при самой низкой живой массе – 357 кг. У коров линии Уес Идеал этот показатель находится на самом высоком уровне, превосходящем средний показатель по выборке, и составляет 407 кг. Для всех групп характерны коэффициенты изменчивости от 9,6 до 11,9%, т.е. в пределах статистической нормы.

Проведённый анализ позволяет дать определённую характеристику линий в стаде. Коровы линии Уес Идеал отличаются высокими удоями молока по итогам первой лактации, коротким сервис-периодом, ранним возрастом при первом плодотворном осеменении при высокой живой массе. Для коров линии Монтвик Чифтейн характерно повышенное содержание жира в молоке, а также высокий удой по итогам наивысшей лактации. Коровы родственной группы Розейф Ситейшн были самыми крупными при первом отёле. В линии Рефлекшн Соверинг все исследуемые показатели животных приближены к средним по стаду.

Таким образом, установлено, что линейная принадлежность оказала незначительное влияние на уровень молочной продуктивности и воспроизводительные качества коров. Большее значение в эффективности селекции имеют быки-отцы.

Таблица 2 – Показатели признаков молочной продуктивности и воспроизводства в разрезе линий

Признак	В среднем по выборке		Линия							
			Уес Идеал		Монтвик Чифтейн		Рефлекшн Соверинг		Розейф Ситейшн	
	Среднее значение, $X \pm m_x$	Коэффициент изменчивости, (CV), %	Среднее значение, $X \pm m_x$	Коэффициент изменчивости, (CV), %	Среднее значение, $X \pm m_x$	Коэффициент изменчивости, (CV), %	Среднее значение, $X \pm m_x$	Коэффициент изменчивости, (CV), %	Среднее значение, $X \pm m_x$	Коэффициент изменчивости, (CV), %
Количество, гол.	3434		1922		44		1470		11	
Удой молока за 305 дней наивысшей лактации, кг	10587±31	17,0	10647±41	16,8	11754±286	16,2	10501±47	17,3	9852±368	12,4
Удой молока за 305 дней первой лактации, кг	9838±25	14,9	9911±234	15,1	9220±201	14,4	9759±37	14,7	9852±368	12,4
Содержание жира в молоке за 305 дней первой лактации, %	3,82±0,01	6,2	3,82±0,01	6,1	4,02±0,04	6,0	3,81±0,01	6,2	3,81±0,01	6,2
Содержание белка в молоке за 305 дней первой лактации, %	3,31±0,01	3,8	3,31±0,01	3,8	3,24±0,02	3,7	3,31±0,01	3,8	3,30±0,03	3,3
Живая масса, первая лактация, кг	574±1	8,3	571±1	8,4	531±4	5,6	579±1	8,2	585±9	5,4
Продолжительность сервис-периода (первая лактация), дней	123±1	52,6	121±1	51,5	122±10	56,7	125±2	53,6	138±23	55,0
Возраст при первом плодотворном осеменении, мес.	13,8±0,1	11,0	13,8±0,1	10,8	14,1±0,2	10,2	13,8±0,1	11,3	13,9±0,4	9,3
Живая масса при первом плодотворном осеменении, кг	404±1	11,1	407±1	10,3	391±6	10,8	401±1	11,9	357±10	9,6

За последние 3 года в стаде голштинского скота ООО «Красный маяк» на искусственном осеменении использовалось 58 быков-производителей, 35 из них являются улучшателями по удою и содержанию жира в молоке дочерей, 22 быка оценены по геному.

Средняя продуктивность матерей используемых быков составила 15521 кг молока с содержанием жира 4,32%, белка 3,30%, дочерей быков – 13084 кг, 4,04%, 3,18% соответственно. Фактическая племенная ценность производителей – +614 кг молока, +0,06% жира, +0,01% белка. Средний геномный прогноз – +822 кг молока, +0,12% жира, +0,07% белка.

Использование быков с высокой племенной ценностью позволило специалистам хозяйства поднять генетический потенциал материнской основы стада, об этом свидетельствует самая высокая продуктивность у коров собственной репродукции (10007 кг молока с содержанием жира 3,86%, белка 3,29%) в сравнении с закупленным скотом.

В стаде голштинской породы ООО «Красный маяк» используют спермопродукцию быков канадской и американской селекции. До 2019 года использовали сперму производителей немецкой селекции (табл. 3).

По итогам первой лактации коровы от отцов канадского и американского происхождения выровнены по удою (+13 и +28 кг к среднему по стаду соответственно). Жирномолочность выше у животных канадского происхождения (+0,02% и +2,8 кг молочного жира), а белковомолочность – у коров американского происхождения (+0,02% и +3,2 кг молочного белка).

По наивысшей лактации сочетание максимального удоя, содержания жира и белка в молоке характерно для коров, отцы которых немецкого происхождения (+167 кг молока, +0,03% и +9,5 кг молочного жира, +5,6 кг молочного белка к сверстницам стада). Это дочери быков Мадрид 50953366, Плутон 18397 и Декарт 155768, принадлежащих компании АО «Ярославское» по племенной работе.

Также коровы от отцов канадского происхождения выделяются хорошей обильно-, жирно- и белковомолочностью по наивысшей лактации (+92 кг молока, +0,01% и +4,9 кг молочного жира, +2,8 кг молочного белка к сверстницам стада).

В таблице 4 приведена характеристика молочной продуктивности коров собственной репродукции в зависимости от страны происхождения и компании-поставщика семени быков.

Спермопродукция быков канадского происхождения была закуплена в двух компаниях – Semex и АО «Ярославское» по племенной работе, быков американского происхождения – в четырёх компаниях – Semex,WWS, ООО МК «Генетика» и ООО «Коджент Рус».

Среди первотёлок стада только от дочерей быков из трёх компаний надоили более 10000 кг молока. Максимальный удой с высоким содержанием белка в молоке отличает дочерей быков американского происхождения компании WWS (+119 кг молока, +0,02% и +29,1 кг молочного белка).

Дочери быков канадского происхождения компании Semex выделяются обильномолочностью с высоким содержанием жира по первой лактации (+68 кг молока, +0,03% и +5,6 кг молочного жира к сверстницам стада).

Таблица 3 – Характеристика молочной продуктивности коров, рождённых в ООО «Красный маяк» в зависимости от страны происхождения быков-отцов

Страна происхождения быка-отца	Количество и показатели молочной продуктивности коров							
	количество, гол.	номер лактации	удой, кг	содержание жира, %	молочный жир, кг	содержание белка, %	молочный белок, кг	живая масса, кг
Продуктивность по 1-й лактации								
Германия	138	1	9736	3,91	379,9	3,26	318,6	553
Канада	1072	1	10020	3,88	388,5	3,27	328,1	556
США	813	1	10035	3,82	382,9	3,31	332,3	561
Скот собственной репродукции – итого	2323	1	10007	3,86	385,7	3,29	329,1	558
Продуктивность по наивысшей лактации								
Германия	138	1,8	11159	3,86	430,6	3,34	373,3	582
Канада	1072	1,5	11084	3,84	426,0	3,34	370,5	578
США	813	1,4	10842	3,80	412,9	3,35	363,1	577
Скот собственной репродукции – итого	2323	1,5	10992	3,83	421,1	3,35	367,7	578

Таблица 4 – Характеристика молочной продуктивности коров собственной репродукции в зависимости от страны происхождения быка-отца и компании – поставщика семени

Компания – поставщик спермопродукции	Страна происхождения быка-отца	Количество и показатели молочной продуктивности дочерей быков							
		количество, гол.	номер лактации	удой, кг	содержание жира, %	молочный жир, кг	содержание белка, %	молочный белок, кг	живая масса
Продуктивность по 1 лактации									
АО «Ярплем»	Германия	138	1	9736	3,91	379,9	3,26	318,6	553
Semex	Канада	254	1	10075	3,89	391,3	3,24	326,9	550
АО «Ярплем»	Канада	818	1	10003	3,88	387,7	3,28	328,5	558
WWS	США	664	1	10126	3,81	385,5	3,31	335,6	561
Semex	США	44	1	9660	4,03	388,1	3,18	306,5	533
ООО «Коджент Рус»	США	43	1	9885	3,68	363,5	3,42	338,0	587
ООО МК «Генетика»	США	62	1	9445	3,91	368,9	3,27	309,3	555
Скот собственной репродукции – итого		2323	1	10007	3,86	385,7	3,29	329,1	558
Продуктивность по наивысшей лактации									
АО «Ярплем	Германия	138	1,8	11159	3,86	430,6	3,34	373,3	582
Semex	Канада	254	1,7	11429	3,84	440,2	3,33	380,7	577
АО «Ярплем»	Канада	818	1,5	11276	3,84	433,0	3,35	377,7	579
WWS	США	664	1,4	10851	3,80	412,8	3,35	363,2	575
Semex	США	44	2,0	12273	3,93	482,6	3,29	404,6	583
ООО «Коджент Рус»	США	43	1,0	9885	3,68	363,5	3,42	338,0	587
ООО МК «Генетика»	США	62	1,5	10707	3,86	413,0	3,35	358,8	587
Скот собственной репродукции – итого		2323	1,5	10992	3,83	421,1	3,35	367,7	578

Таблица 5 – Рейтинг лучших быков-производителей по молочной продуктивности дочерей по первой лактации в стаде ООО «Красный маяк»

Кличка, № быка	Страна происхождения	Компания-поставщик спермопродукции	Превосходство над средним по стаду					Продолжительность сервис-периода, дней
			Удой, кг	МДЖ, %	Молочный жир, кг	МДБ, %	Молочный белок, кг	
Стентонс РР 12652442Z	Канада	АО «Ярплем»	+1078	+0,06	+47,7	+0,06	+42,3	124
Монреаль 12021533	Канада	АО «Ярплем»	+783	+0,06	+36,3	+0,02	28,1	121
Ансвер РР 12652449	Канада	АО «Ярплем»	+778	–	–	+0,03	+1,0	148
Пейжен 3013514956	США	WWS	+776	–	+21,2	+0,03	+28,9	123
Гриф 3129340690	США	WWS	+635	–	–	+0,05	+26,3	123
Эверест 12021476	Канада	АО «Ярплем»	+578	+0,12	+34,6	–	+17,1	128
Плутон 18397	Германия	АО «Ярплем»	+570	+0,03	+24,9	+0,01	+19,9	150
Армор 108798853	Канада	SEMEX	+458	–	–	+0,05	+20,3	106
Симпл Плэн 107902115	Канада	SEMEX	+418	–	–	+0,02	+15,6	131
Кавьяр 11491921	Канада	SEMEX	+361	+0,22	+36,2	–	–	118
Гарза 7066140	США	WWS	+347	–	–	+0,07	–	117
Форт 12652544	Канада	АО «Ярплем»	+338	–	–	+0,06	+17,3	149
Спринг Нобел 31236068	США	ООО «Коджент Рус»	+329	–	–	+0,03	–	129
Лоялти 3015031112	США	WWS	+316	–	–	+0,03	–	127
Амадеус 73953374	США	ООО МК «Генетика»	+312	+0,02	–	+0,04	–	122
Мерло 108013895	Канада	SEMEX	+228	+0,16	+24,8	–	–	111
Клейк 11471420	Канада	АО «Ярплем»	+183	+0,22	+29,0	–	–	128
Калгари 12021568	Канада	АО «Ярплем»	+145	+0,23	+27,5	–	–	103
В среднем по стаду			9838	3,82	375,8	3,31	325,6	123

Дочери-первотёлки быков канадского происхождения компании АО «Ярославское» по племенной работе характеризуются высокой жирномолочностью – на уровне средних удоев по стаду (+0,02% и +3,6 кг молочного жира).

По наивысшей лактации продуктивностью свыше 11000 кг молока в сочетании с высоким содержанием молочного жира и белка отличаются дочери быков двух компаний:

– дочери быков американского происхождения компании Semex (+1281 кг молока, +0,10% и +61,5 кг молочного жира, +36,9 кг молочного белка);

– дочери быков канадского происхождения компании Semex (+437 кг молока, +0,01% и +19,1 кг молочного жира, +13,0 кг молочного белка);

– дочери быков канадского происхождения компании АО «Ярославское» по племенной работе (+284 кг молока, +0,01% и +11,9 кг молочного жира, +10,0 кг молочного белка);

– дочери быков немецкого происхождения компании АО «Ярославское» по племенной работе (+167 кг молока, +0,03% и +9,5 кг молочного жира, +5,6 кг молочного белка).

В таблице 5 приведён рейтинг лучших быков-производителей по молочной продуктивности дочерей по первой лактации в стаде ООО «Красный маяк».

Лидером стада по величине удоя молока за 305 дней первой лактации дочерей является Стентонс РР 12652442 линии Уес Идеал с продуктивностью дочерей 10916 кг. Группа достаточно однородна по изучаемому показателю, о чём свидетельствует средний коэффициент изменчивости – 16,4%. Дочери Стентонса РР на 1078 кг превосходят средний показатель по выборке за первую лактацию. Это преимущество составляет +0,7σ.

Лидер стада – Стентонс РР 12652442, согласно результатам оценки племенной ценности 11922 живых и выбывших быков-производителей

голштинской породы в системе BLUP, принадлежащих организациям по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных РФ в 2023 году (данные ФГБНУ ВНИИплем), занял 18 место среди оцененных быков. Быки Клейк 11471420, Холдинг 109218510, Стармастер 110328084, Зингер 92939, Кантри 11491733, Супермен 22930 и Ансвер 12652442 вошли в 10% лучших быков России.

Выводы. В работе с племенными стадами молочного скота научно обоснованный подбор родительских пар и отбор быков с высокой племенной ценностью способствует гарантированному улучшению стад и во многом определяет темпы их генетического прогресса. Об этом свидетельствуют максимальный надой и содержание жира в молоке у коров-первотёлок собственной репродукции (10007 кг молока, 3,86% жира) в голштинском стаде племзавода ООО «Красный маяк».

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в селекционно-племенной работе со стадом необходимо учитывать влияние таких генетических факторов, как генетические корни скота. Установлено, что первотёлки от отцов канадского и американского происхождения выровнены по удою (+13 и +28 кг к среднему по стаду соответственно). Жирномолочность выше у животных канадского происхождения (+0,02% и +2,8 кг молочного жира), а белковомолочность – у коров американского происхождения (+0,02% и +3,2 кг молочного белка).

При определении направлений и методов дальнейшего совершенствования скота необходимо более глубоко изучать племенную ценность быков-производителей и шире использовать препотентных быков-улучшателей, в том числе быков с высокой рейтинговой BLUP-оценкой. Бык Стентонс РР 12652442, занявший 18 место в РФ, показал лучшие результаты молочной продуктивности дочерей-первотёлок в стаде племзавода ООО «Красный маяк».

Для создания эффективных генотипов с крепким здоровьем, высокой продуктивностью и воспроизводством возникает необходимость внедрения современных методов оценки скота, таких как геномная, маркерная, индексная селекция, линейная оценка экстерьера животных.

Список источников

1. Сакса Е. И. Реализация генетического потенциала голштинского скота при создании высокопродуктивного стада ЗАО «ПЗ «Рабитицы» // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 5–9. ISSN 0026-9034.

2. Попов Н. А., Федотова Е. Г., Сенцова Г. А. Пути совершенствования стада по продуктивности коров ведущей группы // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 18–23. ISSN 0026-9034.

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

4. Тамарова Р. В. Эффективность интенсификации молочного скотоводства в ООО племзавод «Красный маяк» Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 2 (46). С. 21–27. DOI 10.35694/YARCX.2019.46.2.005.

References

1. Saksa E. I. Realizaciya geneticheskogo potenciala golshtinskogo skota pri sozdanii vysokoproduktivnogo stada ZAO «PZ «Rabiticy» // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2019. № 3. S. 5–9. ISSN 0026-9034.

2. Popov N. A., Fedotova E. G., Sentsova G. A. Puti sovershenstvovaniya stada po produktivnosti korov vedushchej gruppy // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2019. № 7. S. 18–23. ISSN 0026-9034.

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

4. Tamarova R. V. Effektivnost' intensifikacii molochnogo skotovodstva v OOO plemzavod «Krasnyj mayak» YAroslavskoj oblasti // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2019. № 2 (46). S. 21–27. DOI 10.35694/YARCX.2019.46.2.005.

Сведения об авторах

Нина Серафимовна Фураева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет»; заместитель генерального директора, Акционерное общество «Ярославское» по племенной работе; AuthorID: 463283.

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

Светлана Сергеевна Воробьёва – ведущий зоотехник информационно-аналитического отдела по селекции и племенной работе, Акционерное общество «Ярославское» по племенной работе, s.wetka@mail.ru.

Влияние генетических факторов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в ООО «Красный маяк»

Василий Павлович Финогеев – генеральный директор, Общество с ограниченной ответственностью «Красный маяк», finogeevvp@krmayak.ru.
Наталья Геннадьевна Подгорнова – исполнительный директор по животноводству, Общество с ограниченной ответственностью «Красный маяк», npg-vologda@yandex.ru.

Information about the authors
Nina S. Furaeva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University"; the Assistant to the General Director, Joint stock company "Yaroslavskoe" for breeding work; AuthorID: 463283.
Evgeniya A. Zvereva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University"; deputy director of the information-analytical Department for selection and breeding, Joint stock company "Yaroslavskoe" for breeding work; spin-code: 5527-1186.
Svetlana S. Vorobyova – the leading zootechnician of the Information and Analytical Department for Breeding and Breeding Work, Joint stock company "Yaroslavskoe" for breeding work, s.wetka@mail.ru.
Vasiliy P. Finogeev – General Manager, Limited liability company "Krasny Mayak", finogeevvp@krmayak.ru.
Natalya G. Podgornova – Executive Director of Animal Husbandry, Limited liability company "Krasny Mayak", npg-vologda@yandex.ru.

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

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА В 2021 ГОДУ

ВЫШЛО УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЕДЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ В СТАДАХ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

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

ДОПУЩЕНО

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

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

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

ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:

150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

Научная статья
УДК 631.362.3
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.011

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОПАДАНИЯ ДРАЖЕ В ОТВЕРСТИЕ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ТРУБЫ

Владимир Анатольевич Николаев[1], Ирина Витальевна Кряклина[2]
[1]Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия
[2]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[1]nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612
[2]i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Реферат. Для создания оптимальных условий прорастания семян предложен комбинированный агрегат обработки почвы и посева, осуществляющий посев дражированными семенами. Важным элементом устройства размещения семян является перфорированная труба. Предварительно определён оптимальный наружный диаметр, количество отверстий в поперечном сечении перфорированной трубы и угол между осями этих отверстий. Путём моделирования и расчётов установлена корреляция скорости агрегата с диаметром перфорированной трубы при безударном и небезударном попадании драже в отверстие перфорированной трубы. Для правильной конструктивной компоновки высевающего устройства следует рассмотреть другие варианты, в частности, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы. Рассчитаны параметры попадания драже в отверстия перфорированной трубы, когда наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм. Установлено, что если драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы более 50 градусов по углу поворота трубы, возможно размещение семян на третьей передаче первого диапазона трактора ХТЗ-17221.

Ключевые слова: *комбинированный агрегат обработки почвы и посева, оптимальное размещение семян в почве, устройство размещения семян, перфорированная труба, наружный диаметр, попадание драже в отверстие*

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF GETTING DRAGEE INTO THE HOLE OF A PERFORATED PIPE

Vladimir A. Nikolaev[1], Irina V. Kryaklina[2]
[1]Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia
[2]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[1]nikolaev53@inbox.ru, ORCID 0000-0001-7503-6612
[2]i.kryaklina@yarx.ru, ORCID 0000-0002-2573-9712

Abstract. To create optimal conditions for seed germination, a combined tillage and sowing unit is proposed carrying out sowing with coated seeds. An important element of the seed placement device is the perforated pipe. The optimal outer diameter, the number of holes in the cross section of the perforated pipe and the angle between the axes of these holes are preliminarily determined. By modeling and calculations a correlation of the speed of the unit with the diameter of the perforated pipe in case of non-impact and impact hit of dragee into the hole of the perforated pipe was established. For proper structural arrangement of the sowing device other options should be considered, in particular, when the dragee begins to move into the hole of the perforated pipe below the level of the horizontal axis of the perforated pipe. The parameters of dragee getting into holes of perforated pipe when outer diameter of perforated pipe is 200 mm were calculated. It was established that if the dragee begins to move into the hole of the perforated pipe below the level of the horizontal axis of the perforated pipe more than 50 degrees in the angle of rotation of the pipe, it is possible to place seeds on the third gear of the first range of the tractor KhTZ-17221.

Keywords: *combined tillage and sowing unit, optimal placement of seeds in soil, seed placement device, perforated pipe, outer diameter, hit of the dragee into the hole*

Введение. Несмотря на большое количество научных исследований и конструкторских разработок [1; 2; 3; 4; 5] посевных агрегатов, оптимальный посев зерновых культур пока не достигнут. Ни одна существующая сеялка не обеспечивает оптимальную площадь питания каждого растения, которая представляет квадрат со сторонами приблизительно 40×40 мм. Только при таком расположении семян в почве будут обеспечены оптимальные условия их прорастания и развития.

Для создания оптимальных условий прорастания семян предложен комбинированный агрегат обработки почвы и посева [6], осуществляющий посев дражированными семенами. Для обеспечения рационального размещения семян необходимо теоретически обосновать оптимальные параметры высевающего устройства, важнейшим элементом которого является перфорированная труба. Ранее [7; 8; 9] рассмотрена возможность оптимального безударного и небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы выше уровня её горизонтальной оси.

В процессе размещения семян от воздействия перфорированной трубы и сбрасывателей драже внутри перфорированной трубы перемещаются не только вдоль неё, но и в вертикальной плоскости, перпендикулярной оси перфорированной трубы. Поэтому значительная часть драже начнёт движение в отверстие ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы. Оценим возможность попадания драже в отверстие перфорированной трубы, когда драже начнёт движение в отверстие ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы.

Методика. Конструкции устройств размещения семян, в которых наружный диаметр перфорированной трубы менее 200 мм, не рассматриваем [7]. Допустим, диаметр перфорированной трубы 200 мм. Расчёты производим, изменяя начало движения драже в отверстие по углу поворота кромки отверстия перфорированной трубы на 10°, 20° и так далее относительно горизонтали, проходящей через её ось. На рисунках 1 и 2 показаны расчётные схемы перемещения драже в отверстие устройства размещения семян с наружным диаметром перфорированной трубы 200 мм.

Из рисунков высóты падения драже, соответственно: 18,5 мм, 12,87 мм, 10,61 мм, 7,51 мм, 6,41 мм, 5,75 мм, 5,28 мм, 5,11 мм. Отсюда,

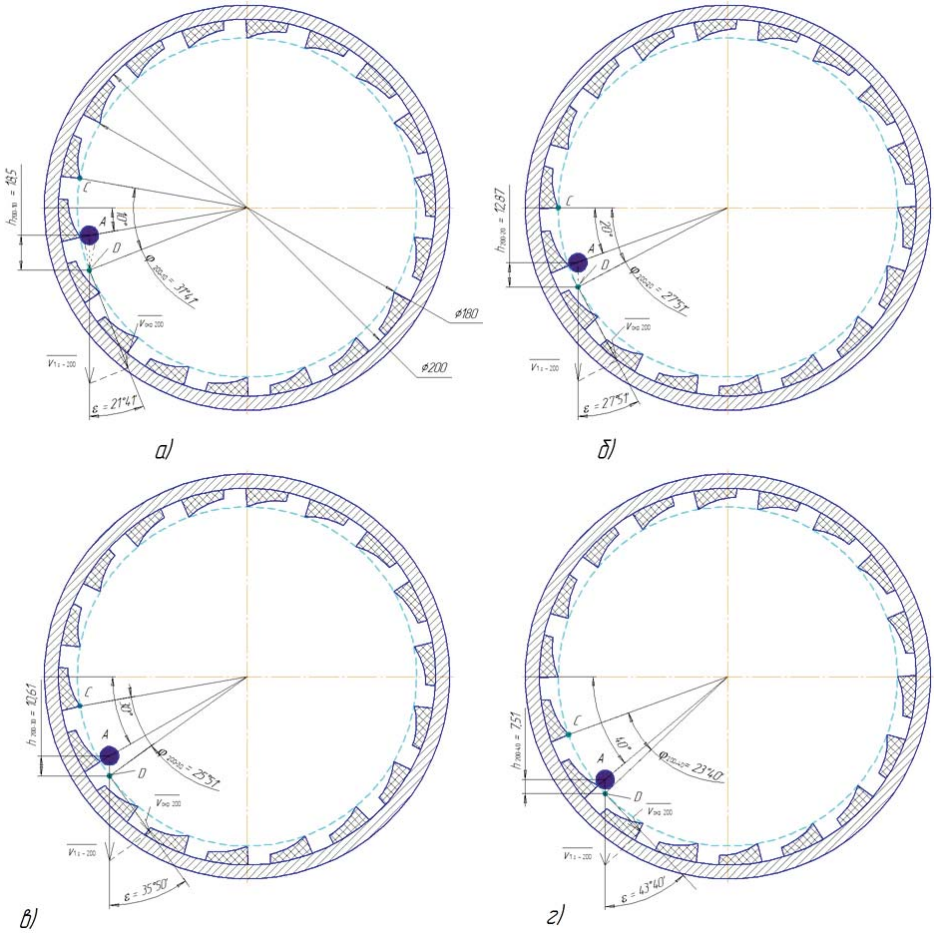


Рисунок 1 – Расчётная схема перемещения драже в отверстие устройства размещения семян: наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, а начало движения драже в отверстие в момент поворота кромки отверстия перфорированной трубы на 10–40° относительно горизонтали, проходящей через её ось

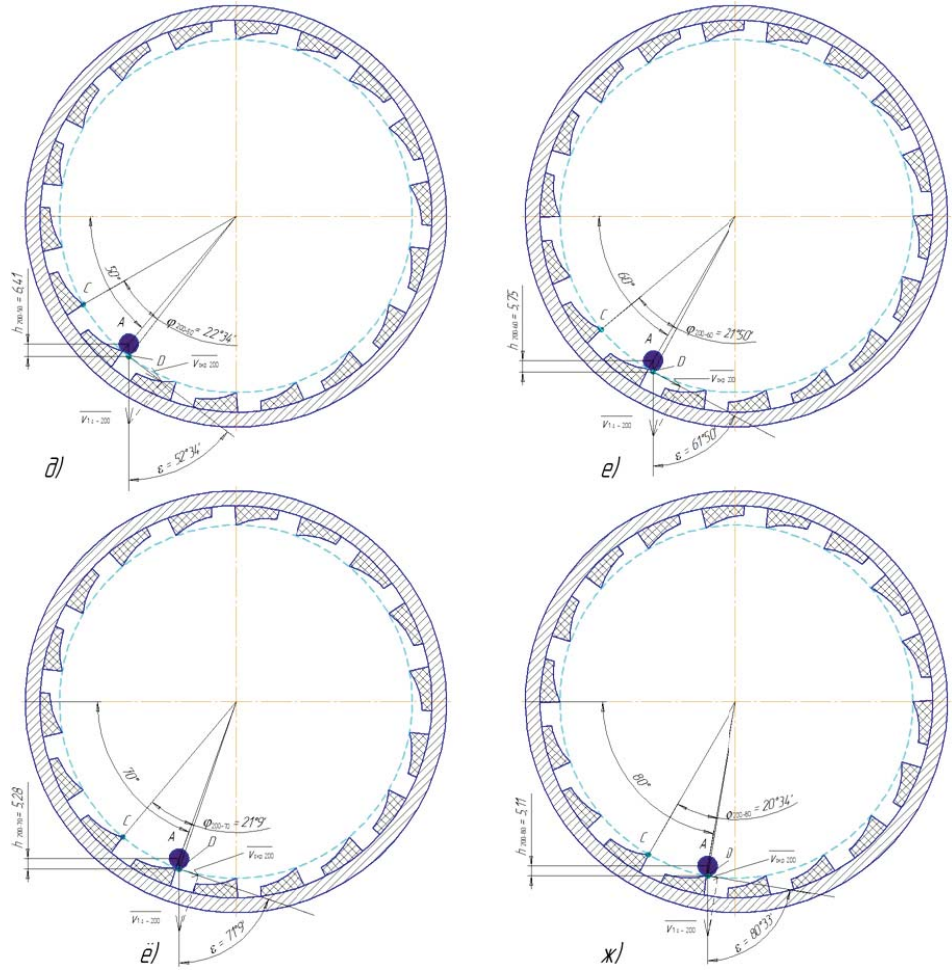


Рисунок 2 – Расчётная схема перемещения драже в отверстие устройства размещения семян, в котором наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, а начало движения драже в отверстие в момент поворота кромки отверстия перфорированной трубы на 50–80° относительно горизонтали, проходящей через её ось

например, время падения драже, когда начало его движения в отверстие в момент поворота кромки отверстия перфорированной трубы на 10° от горизонтали,

$$\tau_{1i} = \sqrt{\frac{2h_i}{g}}; \qquad (1)$$

$$\tau_{200-10} = \sqrt{\frac{2{\cdot}0{,}0185}{9{,}8}} \approx 0{,}061.$$

Конечная скорость драже $v_{1\,д\,i} = g\tau_{1i}$; (2)

$$v_{1\,д\,-200-10} = 9{,}8 \cdot 0{,}061 \approx 0{,}05978 \text{ м/с}.$$

Проекция конечной скорости драже во время падения на касательную к окружности окружной скорости внутренней поверхности перфорированной трубы из рисунка:

$$v_{д\,i} \cos\varepsilon = v_{окр\,i}; \qquad (3)$$

$$v_{окр\,200-10} = 0{,}05978 \cdot \cos 21{,}68° \approx 0{,}56 \text{ м/с}.$$

Время поворота перфорированной трубы соответствует времени падения драже. Угловая скорость перфорированной трубы:

$$\omega_{1-200-i} = \frac{\varphi_{200-i}}{\tau_{200-i}}. \qquad (4)$$

Из рисунков углы поворота перфорированной трубы в радианах, соответственно:

$$\varphi_{200-10} = 0{,}55 \text{ рад}; \varphi_{200-20} = 0{,}49 \text{ рад};$$
$$\varphi_{200-30} = 0{,}45 \text{ рад}; \varphi_{200-40} = 0{,}41 \text{ рад};$$
$$\varphi_{200-50} = 0{,}39 \text{рад}; \varphi_{200-60} = 0{,}38 \text{ рад};$$
$$\varphi_{200-70} = 0{,}37 \text{ рад}; \varphi_{200-80} = 0{,}36 \text{ рад}.$$

Например, если начало движения драже в отверстие в момент поворота перфорированной трубы на 10°, угловая скорость перфорированной трубы:

$$\omega_{1-200-10} = \frac{0{,}55}{0{,}061} \approx 9{,}06 \text{ рад/с}.$$

Окружная скорость внутренней поверхности перфорированной трубы:

$$v_{окр1-200-\,i} = \omega_{1-200-i} r_i.$$

Так как внутренний радиус перфорированной трубы $r_{200} = 0{,}09$ м, то

$$v_{\text{окр1}-200-10} = 9{,}06 \cdot 0{,}9 \approx 0{,}816 \text{ м/с}.$$

За один оборот перфорированной трубы будет помещено в рядок $n_{\text{о}-i}$ семян. За одну секунду будет размещено семян в один рядок

$$n_{\text{с}-200-i} = \frac{\omega_{1-200-i}}{2\pi} n_{\text{о}-i}. \quad (5)$$

Если наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, то за один её оборот попадёт в рядок 18 семян [7]. Тогда за одну секунду будет размещено семян в один рядок

$$n_{\text{с}-200-10} = \frac{10}{2 \cdot 3{,}14} \cdot 18 \approx 26 \text{ шт.}$$

Так как расстояние между семенами $c = 0{,}04$ м, то расчётная скорость агрегата:

Таблица 1 – Расчёт параметров при размещении семян, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы на уровне и ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы наружным диаметром 200 мм

Начальный угол поворота перфорированной трубы, град.	Высота падения драже, м	Время падения драже, с	Конечная скорость драже, м/с	Окружная скорость драже, м/с	Угол φ, рад	Угловая скорость, рад/с	Окружная скорость внутренней поверхности трубы, м/с
0	0,03	0,079	0,774	0,729	0,637	8,063	0,72567
10	0,0185	0,061	0,5978	0,56	0,55288	9,0636	0,815724
20	0,01287	0,051	0,4998	0,44	0,486038	9,530165	0,857715
30	0,01061	0,046	0,4508	0,36	0,450785	9,799681	0,881971
40	0,00751	0,039	0,3822	0,27	0,413089	10,59203	0,953282
50	0,00641	0,036	0,3528	0,21	0,393892	10,94144	0,984729
60	0,00575	0,034	0,3332	0,16	0,380977	11,20522	1,008469
70	0,00528	0,033	0,3234	0,1	0,36911	11,18515	1,006663
80	0,00511	0,032	0,3136	0,05	0,358988	11,21837	1,009653

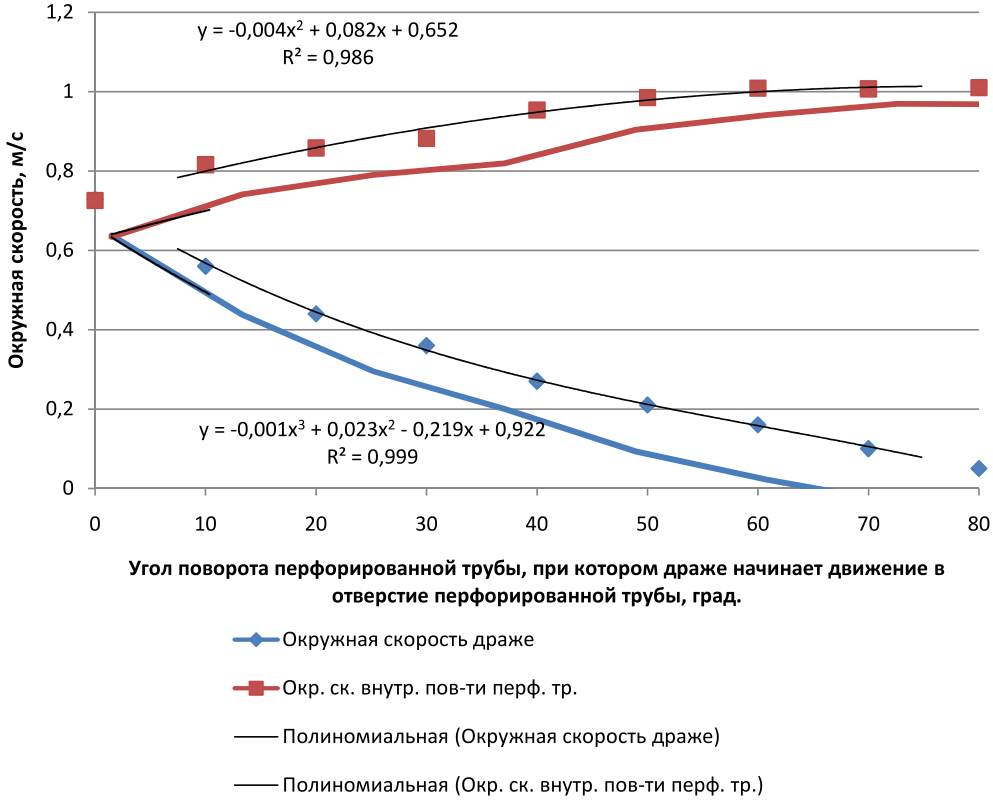


Рисунок 3 – Зависимость окружной скорости драже и окружной скорости перфорированной трубы высевающего устройства, в котором наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, от угла её поворота в момент начала движения драже в отверстие перфорированной трубы

Таблица 2 – Расчёт скорости агрегата, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы на уровне и ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы наружным диаметром 200 мм

Начальный угол поворота перфорированной трубы, град.	Время падения драже, с	Угол поворота перфорированной трубы φ, рад	Угловая скорость, рад/с	Кол-во отверстий в трубе, шт.	Кол-во семян, шт.	Скорость агрегата, м/с
0	0,079	0,637	8,063	18	23,1	0,924
10	0,061	0,55288	9,0636	18	25,97847	1,039139
20	0,051	0,486038	9,530165	18	27,31576	1,09263
30	0,046	0,450785	9,799681	18	28,08826	1,12353
40	0,039	0,413089	10,59203	18	30,35931	1,214372
50	0,036	0,393892	10,94144	18	31,36081	1,254432
60	0,034	0,380977	11,20522	18	32,11686	1,284674
70	0,033	0,36911	11,18515	18	32,05935	1,282374
80	0,032	0,358988	11,21837	18	32,15456	1,286182

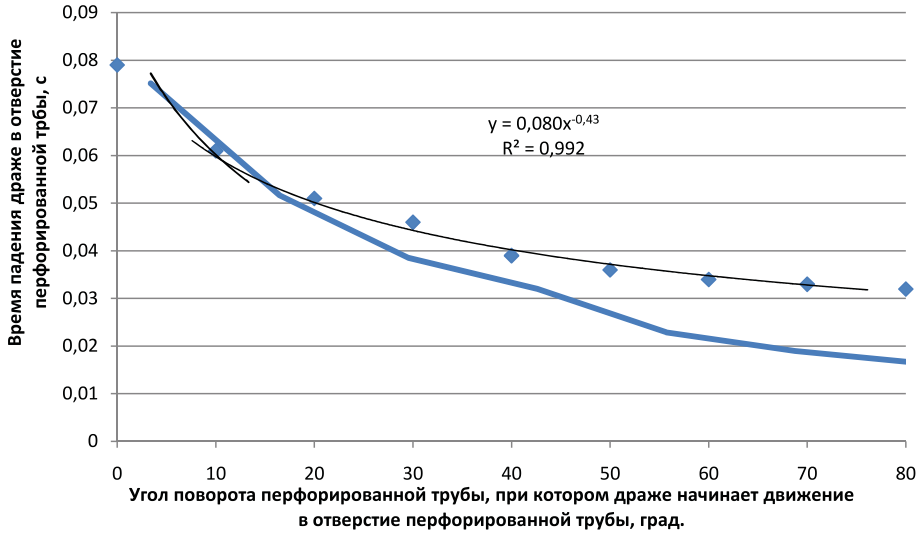


Рисунок 4 – Зависимость времени падения драже в отверстие перфорированной трубы высевающего устройства, в котором наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, от угла её поворота в момент начала движения драже в отверстие перфорированной трубы

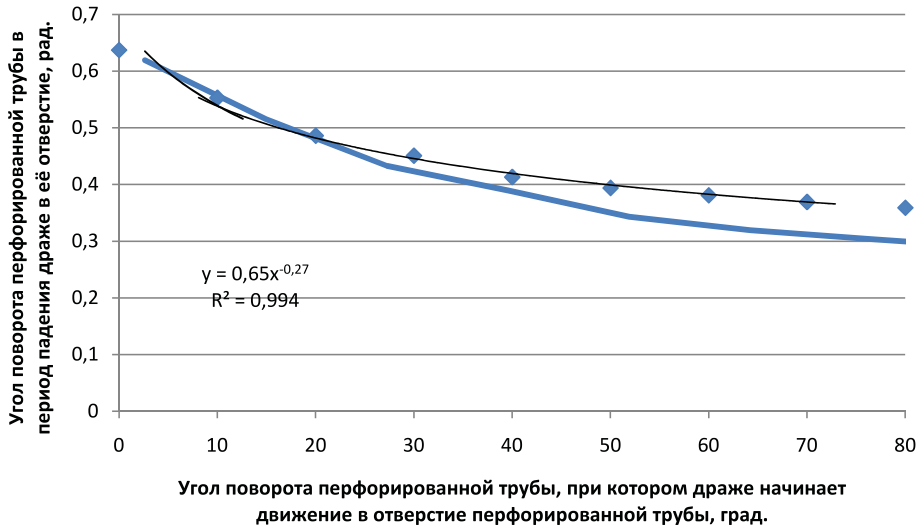


Рисунок 5 – Зависимость угла поворота перфорированной трубы в период падения драже в отверстие перфорированной трубы высевающего устройства, в котором наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, от угла её поворота в момент начала движения драже в отверстие перфорированной трубы

Оценка возможности попадания драже в отверстие перфорированной трубы

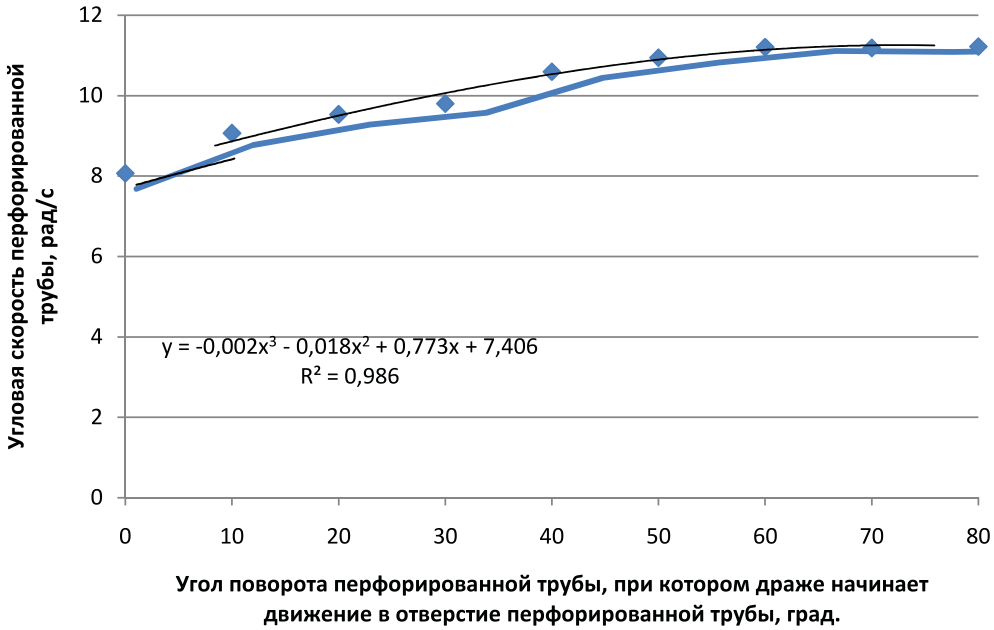


Рисунок 6 – Зависимость угловой скорости перфорированной трубы высевающего устройства, в котором наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм, от угла её поворота в момент начала движения драже в отверстие перфорированной трубы

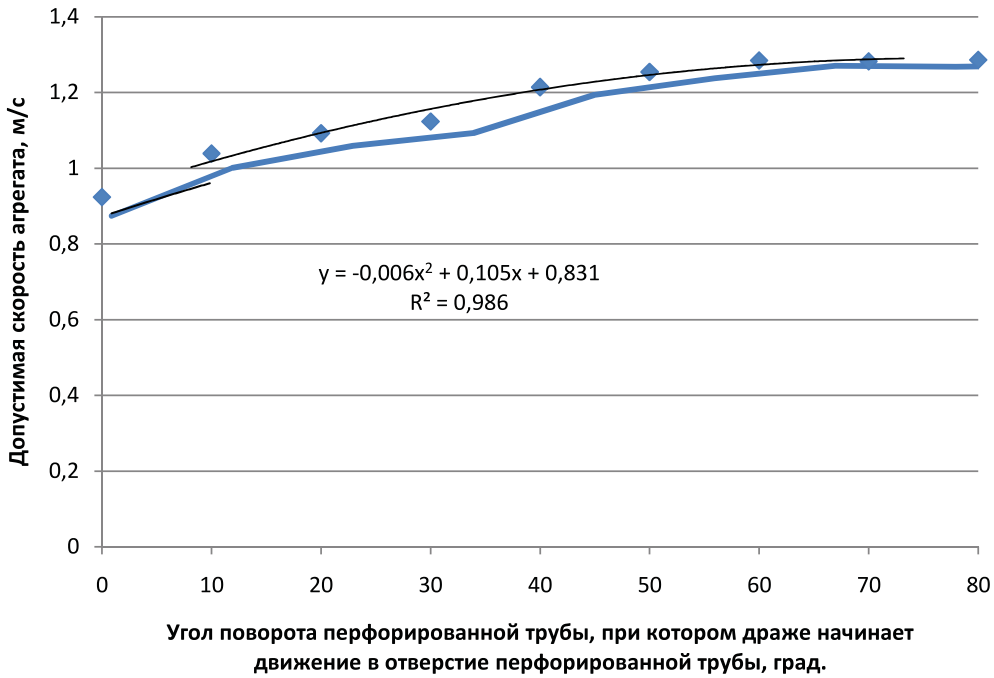


Рисунок 7 – Зависимость допустимой скорости агрегата, в котором наружный диаметр перфорированной трубы высевающего устройства 200 мм, от угла её поворота в момент начала движения драже в отверстие перфорированной трубы

$$v_{\text{агр р}} = cn_{c-200-10}. \quad (6)$$

Если наружный диаметр перфорированной трубы 200 мм и начало движения драже в отверстие в момент поворота кромки отверстия перфорированной трубы на 10° относительно горизонтали, проходящей через её ось, то расчётная скорость агрегата

$$v_{\text{агр р}} = 0{,}04 \cdot 26 \approx 0{,}57 \text{ м/с}.$$

Результаты. Расчёты параметров при размещении семян, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы, в таблицах 1 и 2. Для сравнения даны параметры при размещении семян, когда драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы на уровне горизонтальной оси перфорированной трубы. Зависимости параметров показаны на рисунках 3–7.

Окружная скорость драже с увеличением угла поворота перфорированной трубы, при котором драже начинает движение в отверстие, уменьшается, а окружная скорость внутренней поверхности перфорированной трубы увеличивается (см. рис. 3). Чем ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы, тем жёстче будет контакт драже со стенкой отверстия.

Вывод. Скорость агрегата на первом диапазоне, согласно технической характеристике ХТЗ-17221, на первой передаче – 0,93 м/с, на второй – 1,06 м/с, на третьей – 1,25 м/с, на четвёртой – 1,66 м/с. Если драже начнёт движение в отверстие перфорированной трубы ниже уровня горизонтальной оси перфорированной трубы более 50 градусов по углу поворота трубы, возможно размещение семян на третьей передаче первого диапазона, если ранее – на первой и второй передачах.

Список источников

1. Скурятин Н. Ф., Мерецкий С. В., Бондарев А. В. Посевная секция зернотуковой сеялки // Достижения науки и техники. 2008. № 9. С.48–50. ISSN 0235-2451.

2. Федоренко В. Ф., Петухов Д. А., Сердюк В. В. Формирование конструкций многофункциональных почвообрабатывающе-посевных агрегатов // Техника и оборудование для села. 2016. № 5. С. 35-41. ISSN 2072-9642.

3. Бричагина А. А., Степанов Н. В., Пальвинский В. В. Комбинированный агрегат для посева семян рапса // Актуальные вопросы аграрной науки. 2023. № 46. С. 6–13. EDN BAWRMW.

4. Ахалая Б. Х., Шогенов Ю. Х., Старовойтов С. И. [и др.] Многооперационная комбинированная машина // Техника и оборудование для села. 2022. № 10 (304). С. 14–17. DOI10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.

5. Альт В. В., Щукин С. Г., Вальков В. А. Концепция развития посевных машин // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 9. С. 44–48. ISSN 0235-2451.

6. Пат. 2407259 C1 Российская Федерация, МПК A01B 49/06 (2006.01), A01B 79/02 (2006.01). Устройство для обработки почвы и посева и способ обработки почвы / Николаев В. А.; патентообладатель ФГОУ ВПО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». № 2009112969/21 ; заявл. 06.04.2009 ; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36. 16 с.

7. Николаев В. А., Кряклина И. В. Выбор диаметра перфорированной трубы устройства размещения семян в почве // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 1 (57). С. 62–67. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.010.

8. Николаев В. А., Кряклина И. В. Определение диаметра перфорированной трубы для безударного попадания драже в отверстие // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 82–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.011.

9. Николаев В. А., Кряклина И. В. Расчёт возможности оптимального небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы // Вестник АПК Верхневолжья. № 3. 2023. С. 85–90. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.011.

References

1. Skuryatin N. F., Meretskij S. V., Bondarev A. V. Posevnaja sekcija zernotukovoj sejalki // Dostizhenija nauki i tehniki. 2008. № 9. S. 48–50. ISSN 0235-2451.

2. Fedorenko V. F., Petukhov D. A., Serdyuk V. V. Formirovanie konstrukcij mnogofunkcional'nyh pochvoobrabatyvajushhe-posevnyh agregatov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. 2016. № 5. S. 35–41. ISSN 2072-9642.

3. Brichagina A. A., Stepanov N. V., Pal'vinskij V. V. Kombinirovannyj agregat dlja poseva semjan rapsa // Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki. 2023. № 46. S. 6–13. EDN BAWRMW.

4. Akhalaya B. Kh., Shogenov Yu. Kh., Starovojtov S. I. [i dr.] Mnogooperacionnaja kombinirovannaja mashina // Tehnika i oborudovanie dlja sela. 2022. № 10 (304). S. 14–17. DOI 10.33267/2072-9642-2022-10-14-17.

5. Al't V. V., Shchukin S. G., Val'kov V. A. Koncepcija razvitija posevnyh mashin // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2008. № 9. S. 44–48. ISSN 0235-2451.

6. Pat. 2407259 S1 Rossijskaja Federacija, MPK A01V 49/06 (2006.01), A01V 79/02 (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. 16 s.

7. 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. DOI 10.35694/YARCX.2022.57.1.010.

8. Nikolaev V. A., Kryaklina I. V. Opredelenie diametra perforirovannoj truby dlja bezudarnogo popadanija drazhe v otverstie // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2022. № 3 (59). S. 82–87. DOI 10.35694/YARCX.2022.59.3.011.

9. Nikolaev V. A., Kryaklina I. V. Raschjot vozmozhnosti optimal'nogo nebezudarnogo popadanija drazhe v otverstie perforirovannoj truby // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. № 3. 2023. S. 85–90. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.011.

Сведения об авторах

Владимир Анатольевич Николаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры строительных и дорожных машин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет», spin-код: 8865-0397.

Ирина Витальевна Кряклина – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры механизации сельскохозяйственного производства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 3671-5289.

Information about the authors

Vladimir A. Nikolaev – Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of Construction and Road Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Technical University", spin-code: 8865-0397.

Irina V. Kryaklina – Candidate of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of the Department of Agricultural Production Mechanization, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 3671-5289.

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

Официальный сайт
ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»:

www.yaragrovuz.ru

РУБРИКИ САЙТА:

Сведения об образовательной организации –
– Агросоветник – Образование – Абитуриенту –
– Наука и международная деятельность
(в том числе научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья») –
– Дополнительное образование – Факультеты

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате,
требования к оформлению рукописей, контакты на страничке:
http://yaragrovuz.ru/index.php/nauka-i-mezhdunarodnaya-deyatelnost/zhurnal-vestnik-apk-vekhnevolzhya

Научная статья
УДК 664.788 / 664.668.9
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.012

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТДЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ

Роман Хажсетович Кандроков[1], Ирина Урузмаговна Кусова[2], Валентин Александрович Кирюшин [3], Иван Николаевич Кривонос[4]
[1, 2, 3, 4]Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия
[1]nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918
[2]kusovaiu@mgupp.ru, ORCID 0000-0001-8489-8011
[3]aprogetti@gmail.com, ORCID 0000-0002-8200-0615
[4]kriwonos@yandex.ru

Реферат. Целью представленной работы является определение реологических свойств отдельных потоков тритикалевой хлебопекарной муки, полученных при переработке зерна тритикале по лабораторной развитой технологической схеме. Исследованы реологические свойства отдельных потоков тритикалевой муки, полученных с различных технологических систем, с использованием системы миксолаб (Chopin Technologies, Франция). Установлено увеличение водопоглотительной способности (ВПС), снижение времени стабильности при замесе теста, по мере возрастания количества периферийных частей зерновки, изменение величины индекса вязкости, который увеличивается от I-й до III-й драной систем и уменьшается от 1-й до 6-й размольной систем. Выявлено, что наивысшее значение индекса ВПС имеет мука с 6-й размольной системы, которая содержит наибольшее количество периферийных частей зерновки, что и обеспечивает высокую водопоглотительную способность по сравнению с другими потоками. Вязкость в данных образцах тритикалевой муки зависит не только от активности амилаз, но и от состояния крахмала, его качественных характеристик, а также присутствия периферийных частей, содержащих некрахмальные полисахариды. Индекс амилазы косвенно характеризует амилолитическую активность муки. Высокий индекс амилазы свидетельствует о слабой активности α-амилазы во всех исследуемых потоках муки. Индекс ретроградации крахмала связан со способностью готового изделия препятствовать черствению. Высокое значение этого показателя характеризует более быстрое черствение хлеба из тритикалевой муки.

Ключевые слова: *реологические свойства, поток, тритикалевая мука, водопоглотительная способность, индекс вязкости*

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF INDIVIDUAL TRITICALE FLOUR STREAMS

Roman Kh. Kandrokov[1], Irina U. Kusova[2], Valentin A. Kiryushin[3], Ivan N. Krivonos[4]

[1, 2, 3, 4]Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
[1]nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918
[2]kusovaiu@mgupp.ru, ORCID 0000-0001-8489-8011
[3]aprogetti@gmail.com, ORCID 0000-0002-8200-0615
[4]kriwonos@yandex.ru

Abstract. The purpose of the presented work is to determine the rheological properties of individual streams of triticale baker's flour obtained during processing of triticale grain according to a laboratory developed technological scheme. The rheological properties of individual streams of triticale flour obtained from various technological systems were investigated using the mixolab system (Chopin Technologies, France). An increase in water absorbing capacity (WAC), a decrease in the stability time during doughing as the number of peripheral parts of the bruchid weevil increases, a change in the value of the viscosity index, which increases from the 1st to the 3rd break and decreases from the 1st to the 6th fine reductions, was established. It was revealed that the highest value of the WAC index has flour from the 6th fine reduction, which contains the largest number of peripheral parts of the bruchid weevil, which provides a high water absorbing capac-

ity compared to other streams. The viscosity in these triticale flour samples depends not only on the activity of the amylases, but also on the state of the starch, its qualitative characteristics, as well as the presence of peripheral parts containing non-starch polysaccharides. The amylase index indirectly characterizes the amylase activity of flour. High amylase index indicates weak activity of α-amylase in all flour streams under study. The starch retrogradation index is associated with the ability of the finished product to prevent staling. A high value of this indicator characterizes the faster firming of bread from triticale flour.

Keywords: *rheological properties, stream, triticale flour, water absorbing ability, viscosity index*

Введение. Использование продуктов переработки в виде сортовой хлебопекарной муки или крупы из различных нетрадиционных зерновых культур, таких как тритикале, в настоящее время является актуальным и привлекает всё большее внимание как исследователей, так и производителей в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации. Это обусловлено увеличением посевных площадей, урожайности зерна тритикале, созданием новых сортов тритикале пищевого назначения, многочисленными исследованиями технологического, биохимического и биологического потенциала зерна данной культуры [1–5].

Тритикале – уникальная зерновая культура, созданная человеком путём гибридизации пшеницы и ржи, и обладающая высокими показателями пищевой ценности, зачастую превосходящими аналогичные показатели обеих родительских форм [1]. В настоящее время в Российской Федерации зерно тритикале используют, в основном, как зерновой компонент комбикормов и небольшую часть – для производства спирта. Перспективно применение тритикалевой муки в качестве исходного сырья, вместо пшеничной хлебопекарной муки, при производстве мучных кондитерских изделий: печенья, бисквитов, коржиков, вафель, кексов, крекеров и т.д. Тритикалевую муку можно применять при производстве лапши, не требующей варки, быстрых завтраков или для изготовления диетических и лечебно-профилактических сортов хлеба, в том числе цельнозернового и мультизернового [6–8]. Кроме того, тритикалевую крупку можно использовать для производства макаронных изделий массового спроса. Актуальным направлением научных исследований является технология переработки зерна тритикале на крахмал [9]. Ещё одним направлением является использование тритикалевых отрубей для производства пищевых волокон [10] и биомодифицированных продуктов переработки зерна тритикале [11]. При этом следует указать, что промышленное производство сортовой тритикалевой муки на действующих мукомольных заводах в Российской Федерации в настоящее время отсутствует.

До недавнего времени зерно тритикале по своим технологическим свойствам в основном рассматривалось как аналог зерна ржи [1–3]. Но работы российских селекционеров и учёных смежных специальностей позволили разработать и внедрить в практику сельского хозяйства новые перспективные сорта тритикале с преобладанием пшеничного генотипа, что отражается на фенотипических признаках зерна тритикале, а именно, на размерных характеристиках, форме зерновки (коэффициент сферичности более 0,8), цветовой окраске, структурно-механических и технологических свойствах [12–13].

Целью представленной работы является определение реологических свойств отдельных потоков тритикалевой хлебопекарной муки, полученных по развитой технологической схеме.

Методика исследований. В экспериментальных исследованиях, проведённых в отделах комплексной переработки зерна и безопасности зерна и зернопродуктов ВНИИЗ – филиале ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН и Российском биотехнологическом университете (РОСБИОТЕХ), использовали сорт озимого зерна тритикале «Слон» урожая 2022 г., выведенный ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко».

Белизну отдельных потоков тритикалевой муки определяли методом измерения отражательной способности уплотнённо-сглаженной поверхности муки с применением фотоэлектрического прибора; зольность – сжиганием муки и отрубей с последующим определением массы несгораемого остатка; реологические свойства – измерением и регистрацией консистенции теста в процессе его образования из воды и муки, развития теста и изменения его консистенции во времени в процессе замеса с использованием прибора миксолаб (Chopin Technologies, Франция).

Результаты. На первом этапе исследований были проведены лабораторные помолы зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку, после которых были сформированы сорта тритикалевой муки из 3-х полученных потоков муки А, Б и В [2]. Поток А представляет собой муку из центральной части эндосперма, полученную на 1–3 размольных системах + 1 шлифовочная система, по развитой схеме, и мука, полученная на 1–3 размольных системах по сокращённой схеме переработки. Поток Б представляет собой муку из периферийной части

эндосперма и субалейронового слоя, полученную на 3 и 4 размольных системах и на I–III драных системах. Поток В состоит из фрагментов эндосперма и оболочек из остальных технологических систем.

На втором этапе исследований осуществляли оценку реологических свойств [9] 10-ти отдельных потоков тритикалевой муки из зерна сорта «Саур», полученных по развитой технологической схеме с использованием системы миксолаб (Chopin Technologie, Франция), в протоколе Chopin+, который предполагает 5 фаз исследования: I длится 8 мин при температуре 30ºС; II – 15 мин при последовательном повышении температуры со скоростью 4ºС в минуту от 30 до 90ºС; III – 8 мин при температуре 90ºС; IV – 10 мин при последовательном понижении температуры от 90 до 50ºС; V – 5 мин при температуре 50ºС. Крутящий момент в анализируемых точках графика, с точки зрения биохимических процессов, характеризует: С1 – образование теста; С2 – разжижение теста; С3 – максимальную скорость клейстеризации крахмала; С4, С5 – начало и окончание ретроградации крахмала в рамках эксперимента; ά, β, γ – скорости биохимических реакций (расчётные величины). Анализировали также следующие показатели: водопоглотительную способность теста (ВПС), %; время образования теста, мин; стабильность теста, мин. Данные интегральной оценки реологических свойств теста визуализируются на графике зависимости крутящего момента (Н·м) от времени (мин) в определённом режиме температуры (табл. 1, 2) [10].

Значение вязкости было различным и составило 2 балла для I драной системы, 7 баллов – для 1 размольной и 5 баллов – для 4 размольной системы. Стоит заметить, что вязкость зависит как от состояния крахмала, так и от активности амилаз, а также от периферийных частей, которые содержат некрахмалистые полисахариды. Показатель амилазы зависит от амилолитической активности муки. Чем выше его значение, тем ниже активность ферментов. Индекс ретроградации крахмала связан со скоростью черствения готового изделия. Высокое значение этого показателя характеризует более быструю скорость черствения.

Как видно из таблицы 1, ВПС муки потоков повышается от 1 размольной до 6 размольной систем, что связано с появлением большего количества периферийных водопоглощающих частиц в муке. На драных системах, от первой до третьей, также наблюдается увеличение ВПС. Мука, полученная на шлифовочной системе, занимает промежуточное положение между драными и размольными системами и имеет ВПС 55,0%.

В течение I-й фазы (С1) стабильность потоков неравномерная, однако можно наблюдать тенденцию уменьшения времени стабильности от 1-й до 6-й размольной систем, что также может быть связано с увеличением содержания периферийных частиц и уменьшением времени образования теста.

На II фазе (С2) кривой миксолабограммы отмечается наименьший крутящий момент, что связано с разжижением теста и косвенно характеризует состояние белкового комплекса. Вязкость увеличивается от I драной до III драной системы. Наименьшая вязкость наблюдается на шлифовочной системе. На размольных системах наблюдается повышение крутящего момента, а затем его снижение, что, по-видимому, связано с увеличением доли периферийных фракций в муке данных систем.

В процессе III фазы (С3) происходит разрушение гранул крахмала и его клейстеризация, что приводит к повышению крутящего момента. Наблюдается чёткая зависимость повышения момента силы от гранулометрического состава муки

Таблица 1 – Основные параметры фаз реологического анализа теста отдельных потоков тритикалевой муки из зерна сорта «Слон»

Потоки муки с технологической системы	ВПС, %	Стабильность, мин	С1	С2	С3	С4	С5
I драная система	53,9	4,39	1,028	0,261	1,269	2,181	3,651
II драная система	54,2	4,22	1,111	0,292	1,398	2,289	3,772
III драная система	54,7	4,66	1,232	0,343	1,811	2,251	3,533
1 шлифовочная система	54,9	5,14	1,003	0,315	2,027	2,442	3,867
1 размольная система	54,3	5,58	1,105	0,329	1,952	2,455	4,219
2 размольная система	54,8	5,69	1,162	0,373	2,043	2,488	4,146
3 размольная система	56,4	5,37	1,149	0,368	1,817	2,438	3,965
4 размольная система	57,5	5,71	1,078	0,344	1,764	2,263	3,494
5 размольная система	57,8	5,14	1,107	0,336	1,505	1,974	3,062
6 размольная система	58,6	4,88	1,240	0,347	1,881	1,833	2,728

Реологические свойства отдельных потоков тритикалевой муки

на драной системе и его снижения на размольной.

В течении IV фазы (С4) наблюдается плавное увеличение крутящего момента на драных системах и его снижение – на последних размольных системах. Максимально высокий крутящий момент зафиксирован на 2-й размольной системе.

V фаза (С5) характеризует процесс ретроградации крахмала при охлаждении и скорость черствления готовых мучных изделий. Здесь особо заметно уменьшение крутящего момента на размольных системах с 4,221 Н·m на 1-й размольной до 2,731 Н·м – на 6-й размольной (табл. 2).

В таблице 3 представлены реологические характеристики отдельных потоков тритикалевой муки в виде шести последовательных индексов: индекс водопоглотительной способности (ВПС), индекс замеса теста, индекс клейковины, индекс вязкости, индекс амилазы, индекс ретроградации крахмала.

Анализ индексов профилей (табл. 3) показывает, что наивысшее значение индекса ВПС имеет мука с 6-й размольной системы, которая содержит наибольшее количество периферийных частей зерновки, что и обеспечивает высокую водопогло-

Таблица 2 – Расчётные значения скоростей реакций* для отдельных потоков тритикалевой муки из зерна сорта «Слон»

Потоки муки с технологической системы	α, Н·м/мин	β, Н·м/мин	γ, Н·м/мин	Крутящий момент, Н·м/мин	Амплитуда, Н·м/мин
I драная система	–0,041	0,129	0,091	3,638	0,128
II драная система	–0,058	0,158	0,082	3,770	0,139
III дранная система	–0,063	0,367	0,044	3,532	0,142
1 шлифовочная система	–0,054	0,319	0,028	3,863	0,111
1 размольная система	–0,059	0,291	0,043	4,217	0,112
2 размольная система	–0,063	0,421	0,039	4,146	0,137
3 размольная система	–0,061	0,286	0,017	3,961	0,173
4 размольная система	–0,055	0,313	0,019	3,493	0,067
5 размольная система	–0,054	0,212	0,033	3,062	0,088
6 размольная система	–0,058	0,394	0,024	2,729	0,146

*α – характеристика скорости реакции разжижения, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме от момента достижения температуры 30ºС до точки С2; β – характеристика скорости реакции клейстеризации крахмала, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме на участке С2–С3; γ – характеристика скорости амилолиза, выражаемая углом наклона касательной к миксолабограмме на участке С3–С4.

тительную способность по сравнению с другими потоками. Индекс замеса связан со стабильностью теста при замесе, которая составляет 4,42 мин для I драной (1 балл), 5,62 мин – для 1 размольной (2 балла) и 5,65 мин – для 4 размольной системы (2 балла) соответственно. Индекс клейковины характеризует устойчивость белковых молекул во время нагревания теста в интервале от 30 до 60ºС.

Интерпретация индекса клейковины представляет определённую сложность, поскольку во время нагревания теста в этом интервале температуры происходят два очень важных явления: гранулы крахмала начинают набухать, но их структура остаётся неизменной, при этом действие α-амилазы, если и имеет место, то совсем незначительное. Изменение консистенции теста в большей степени связано с изменениями в структуре клейковинных белков, в частности, с разрывом водородных связей или же лучшей устойчивостью белков, которая также связана с их пространственной структурой, а, в конечном счёте, с природой данных белковых комплексов [11; 12]. В формировании качества клейковины, её упруго-эластичных свойств определяющую роль играют фракции клейковинных белков – глиадин и глютенин. Однако необходимо учитывать роль и других соединений, которые находятся во взаимодействии с клейковинными белками и оказывают влияние на структуру и свойства клейковины, а именно липидов, углеводов, ферментов (протеазы и их белковые ингибиторы, амилазы, липоксигеназа) [12].

Значение индекса вязкости составило 2 балла для муки с I драной системы, 7 баллов – для муки с 1 размольной и 5 баллов – для муки с 4 размольной системы. Этот показатель характеризует фазу, при которой наибольшее количество физико-химических и биохимических параметров вступает во взаимодействие. Стоит заметить, что вязкость в данных образцах зависит не только от активности

Таблица 3 – Индексы профилей миксолаба потоков тритикалевой муки из зерна сорта «Слон»

Потоки муки с технологической системы	Индексы профилей Миксолаба					
	ВПС	замеса	клейковины	вязкости	амилазы	ретроградации крахмала
I драная система	2	2	4	3	8	7
II драная система	2	1	4	4	8	7
III драная система	2	1	3	7	7	7
1 шлифовочная система	3	2	4	7	7	7
1 размольная система	2	3	5	8	8	7
2 размольная система	3	3	4	7	8	7
3 размольная система	4	3	4	5	8	7
4 размольная система	5	4	3	4	7	6
5 размольная система	5	4	3	3	7	6
6 размольная система	4	4	4	2	7	6

амилаз, но и от состояния крахмала, его качественных характеристик, а также присутствия периферийных частей, содержащих некрахмальные полисахариды. Индекс амилазы косвенно характеризует амилолитическую активность муки. Высокий индекс амилазы свидетельствует о слабой активности α-амилазы во всех исследуемых потоках муки. Индекс ретроградации крахмала связан со способностью готового изделия противостоять черствению. Высокое значение этого показателя характеризует более быструю скорость черствения.

Выводы. Таким образом, по результатам проведённых исследований установлено, что реологические свойства тритикалевой муки с различных технологических систем (потоков) наглядно демонстрируют закономерное увеличение ВПС, снижение времени стабильности при замесе теста по мере возрастания количества периферийных частей зерновки.

Выявлено, что влияние состояния белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов отдельных потоков муки, наряду с влиянием других факторов, в том числе и с присутствием некрахмальных полисахаридов из периферийных частей зерновки, в большей степени проявляется в изменении величины индекса вязкости, который увеличивается от I до III драной систем и уменьшается от 1-й до 6-й размольной систем.

Вязкость в данных образцах тритикалевой муки зависит не только от активности амилаз, но и от состояния крахмала, его качественных характеристик, а также присутствия периферийных частей, содержащих некрахмальные полисахариды. Индекс амилазы косвенно характеризует амилолитическую активность муки.

Высокий индекс амилазы свидетельствует о слабой активности α-амилазы во всех исследуемых потоках муки. Индекс ретроградации крахмала связан со способностью готового изделия противостоять черствению. Высокое значение этого показателя характеризует более быструю скорость черствения хлеба.

Список источников

1. Витол И. С., Карпиленко Г. П., Кандроков Р. Х. [и др.] Белково-протеиназный комплекс зерна тритикале // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 8. С. 36–39. ISSN 2072-9669.

2. Витол И. С., Мелешкина Е. П., Кандроков Р. Х. [и др.] Биохимическая характеристика новых сортов тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2016. № 2. С. 42–44. ISSN 0235-2508.

3. Мелешкина Е. П., Витол И. С., Кандроков Р. Х. Продукты переработки зерна тритикале как объект для ферментативной модификации // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 9. С. 14–18. ISSN 2072-9669.

4. Магомедов Г. О., Малютина Т. Н., Шапкарина А. И. [и др.] Разработка технологии сбивных мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности с применением тритикалевой муки // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1 (67). С. 106–109. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-106-109.

5. Карчевская Е., Дремучева Г. Ф., Грабовец А. И. Научные и технологические аспекты применения зерна тритикале в производстве хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. 2013. № 5. С. 28–29. ISSN 2073-3569.

6. Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А., Черепнина Л. В. Технология хлеба из целого зерна тритикале : монография. Орел : Госуниверситет-УНПК, 2012. 176 с. ISBN 978-5-93932-446-5.

7. Панкратов Г. Н., Мелешкина Е. П., Кандроков Р. Х. [и др.] Технологические свойства новых сортов тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 60–62. ISSN 0235-2508.

8. Панкратов Г. Н., Кандроков Р. Х., Коломиец С. Н. Технологические свойства зерна тритикале с повышенной амилолитической активностью // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7 (153). С. 22–30. ISSN 1996-4277.

9. Панкратов Г. Н., Мелешкина Е. П., Витол И. С. [и др.] Актуальное направление развития мукомольной отрасли // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 4. С. 29–31. ISSN 2072-9669.

10. Туляков Д. Г., Мелешкина Е. П., Витол И. С. [и др.] Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 1. С. 20–23. ISSN 2072-9669.

11. Grabovets A. I., Krokhmal' A. V., Dremucheva G. F. [et al.] Breeding of triticale for baking purposes // Russian Agricultural Sciences. 2013. Vol. 39, № 3. P. 197–202. DOI:10.3103/S1068367413030087.

12. Kandrokov R. Kh., 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. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.

13. Kandrokov R. Kh. Effects of triticale flour on the quality of honey cookies // Foods and Raw Materials. 2023. Vol.7, № 2. P. 216–223. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-568.

References

1. Vitol I. S., Karpilenko G. P., Kandrokov R. Kh. [i dr.] Belkovo-proteinaznyj kompleks zerna tritikale // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2015. № 8. S. 36–39. ISSN 2072-9669.

2. Vitol I. S., Meleshkina E. P., Kandrokov R. Kh. [i dr.] Biohimicheskaya harakteristika novyh sortov tritikalevoj muki // Hleboprodukty. 2016. № 2. S. 42–44. ISSN 0235-2508.

3. Meleshkina E. P., Vitol I. S., Kandrokov R. Kh. Produkty pererabotki zerna tritikale kak ob"ekt dlya fermentativnoj modifikacii // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2016. № 9. S. 14–18. ISSN 2072-9669.

4. Magomedov G. O., Malyutina T. N., Shapkarina A. I. [i dr.] Razrabotka tekhnologii sbivnyh muchnyh konditerskih izdelij povyshennoj pishchevoj cennosti s primeneniem tritikalevoj muki // Vestnik VGUIT. 2016. № 1 (67). S. 106–109. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-106-109.

5. Karchevskaya E., Dremucheva G. F., Grabovets A. I. Nauchnye i tekhnologicheskie aspekty primeneniya zerna tritikale v proizvodstve hlebobulochnyh izdelij // Hlebopechenie Rossii. 2013. № 5. S. 28–29. ISSN 2073-3569.

6. Koryachkina S. Ya., Kuznetsova E. A., Cherepnina L. V. Tekhnologiya hleba iz celogo zerna tritikale : monografiya. Orel : Gosuniversitet-UNPK, 2012. 176 s. ISBN 978-5-93932-446-5.

7. Pankratov G. N., Meleshkina E. P., Kandrokov R. Kh. [i dr.] Tekhnologicheskie svojstva novyh sortov tritikalevoj muki // Hleboprodukty. 2016. № 1. S. 60–62. ISSN 0235-2508.

8. Pankratov G. N., Kandrokov R. Kh., Kolomiets S. N. Tekhnologicheskie svojstva zerna tritikale s povyshennoj amiloliticheskoj aktivnost'yu // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 7 (153). S. 22–30. ISSN 1996-4277.

9. Pankratov G. N., Meleshkina E. P., Vitol I. S. [i dr.] Aktual'noe napravlenie razvitiya mukomol'noj otrasli // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2017. № 4. S. 29–31. ISSN 2072-9669.

10. Tulyakov D. G., Meleshkina E. P., Vitol I. S. [i dr.] Ocenka svojstv muki iz zerna tritikale s ispol'zovaniem sistemy Miksolab // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2017. № 1. S. 20–23. ISSN 2072-9669.

11. Grabovets A. I., Krokhmal' A. V., Dremucheva G. F. [et al.] Breeding of triticale for baking purposes // Russian Agricultural Sciences. 2013. Vol. 39, № 3. P. 197–202. DOI:10.3103/S1068367413030087.

12. Kandrokov R. Kh., 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. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.

13. Kandrokov R. Kh. Effects of triticale flour on the quality of honey cookies // Foods and Raw Materials. 2023. Vol.7, № 2. P. 216–223. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-568.

Сведения об авторах

Роман Хажсетович Кандроков – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код: 7081-1209.

Ирина Урузмаговна Кусова – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», spin-код: 6502-2738.

Валентин Александрович Кирюшин – аспирант кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», aprogetti@gmail.com.
Иван Николаевич Кривонос – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», kriwonos@yandex.ru.

Information about the authors

Roman Kh. Kandrokov – Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Grains, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", spin-code: 7081-1209.
Irina U. Kusova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)", spin-code: 6502-2738.
Valentin A. Kiryushin – postgraduate student of the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University",aprogetti@gmail.com.
Ivan N. Krivonos – postgraduate student of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University", kriwonos@yandex.ru.

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

Научная статья
УДК 621.313.333.821
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.013

МЕТОДИКИ РАСЧЁТА ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКОСКОРОСТНОГО ЛИНЕЙНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Алексей Павлович Епифанов[1], Дмитрий Богданович Криль[2]
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия
[1]emeo.kaf@yandex.ru
[2]bruder_dan@mail.ru

Реферат. Модернизация внутреннего транспорта тепличных хозяйств и животноводческих ферм обусловлена оптимизацией трудовых затрат на перемещение различных грузов. Для грамотного проектирования электропривода на базе линейного асинхронного двигателя (ЛАД) транспортного средства необходимо рационально подойти к вопросу выбора конструктивных параметров. Решить данную задачу позволит правильный выбор методики расчёта интегральных тягово-энергетических характеристик ЛАД. В статье проведён анализ существующих методик, дана оценка каждой из них и границы применимости. Показано, что самой точной и адекватной является трёхмерная методика, базирующаяся на рассмотрении магнитного поля в воздушном зазоре и вторичном элементе, погрешность расчётов с экспериментальными данными не превосходит 10%. Также рассмотрены методики, основанные на численных методах расчёта магнитного поля. Они подходят для детального анализа распределения магнитного поля в различных частях машины, требуют достаточно больших расчётных ресурсов ЭВМ (точность зависит от размера участков) и предназначены для научных исследований. Помимо этого дано пояснение о разделении ЛАД на высоко- и низкоскоростные, влияние продольного концевого эффекта на характеристики машины.

Ключевые слова: *расчётная схема, низкие скорости, линейный асинхронный двигатель, интегральные характеристики*

THE CALCULATION METHODS OF INTEGRAL CHARACTERISTICS OF A LOW-SPEED LINEAR INDUCTION ELECTRIC DRIVE

Aleksey P. Epifanov[1], Dmitriy B. Kril[2]
[1, 2]Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia
[1]emeo.kaf@yandex.ru
[2]bruder_dan@mail.ru

Abstract. The modernization of internal transport of greenhouse facilities and livestock enterprises is due to the optimization of labor costs for shifting of various cargoes. To proper design an electric drive based on a linear induction motor (LIM) of a vehicle, it is necessary to rationally approach the issue of choosing design parameters. This problem will be solved by the correct choice of methodology for calculating the integral traction and energy characteristics of LIM. The article analyzed existing methods, assessed each of them and the limits of applicability. It has been shown that the most accurate and adequate is the three-dimensional method based on the consideration of the magnetic field in the air gap and the secondary element, the calculating error with experimental data does not exceed 10%. Techniques based on numerical methods of magnetic field calculation are also considered. They are suitable for a detailed analysis of the magnetic field distribution in various parts of the machine, require quite large designed life of ECM (the accuracy depends on the size of the sections) and are intended for scientific research. In addition, an explanation is given about the division of LIM into high- and low-speed, the influence of the longitudinal end effect on the characteristics of the machine.

Keywords: *design diagram, low speeds, linear induction motor, integral characteristics*

Введение. Перспектива модернизации внутреннего транспорта животноводческих ферм и тепличных хозяйств посредством использования монорельсовой транспортной системы, а также применение электропривода на базе линейного асинхронного двигателя (ЛАД) в таких системах была представлена и обоснована в работах [1; 2]. Там же приведены объективные доводы в пользу замены классического типа электропривода по системе «Вращающийся асинхронный двигатель – редуктор – ведущее колесо» на электропривод по системе «ЛАД – преобразователь частоты (ПЧ)».

Для получения объективных результатов при проектировании линейных асинхронных машин и рационального выбора конструктивных параметров необходимо выполнить анализ существующих методик расчёта интегральных характеристик ЛАД и выбрать ту, которая будет учитывать не только физические процессы, лежащие в основе принципа действия машины, но и особенности конструкции (краевые эффекты) и работы при низких скоростях.

Подавляющая часть научных публикаций в области исследований ЛАД посвящена изучению краевых эффектов, меньшая часть – анализу физических процессов [3; 4; 5], которые, по сути, аналогичны тем, что и во вращающихся асинхронных машинах и трансформаторах.

Методика. Расчётные методики интегральных характеристик (усилия, мощности, энергетические показатели) делятся на две категории:

– методики, в основе которых лежит решение задачи из теории поля и его распределении в воздушном зазоре и вторичном элементе;

– методики, базирующиеся на численных методах расчёта электромагнитного поля ЛАД (рис. 1).

В свою очередь, первые, в зависимости от принятых допущений и количества ортогональных осей, подразделяются на: а) одномерные; б) двухмерные; в) трёхмерные (рис. 2) [3; 4]. Вторые же сводятся к составлению схем замещения с распределёнными параметрами или детализированных схем замещения с сосредоточенными параметрами [3].

Сначала были разработаны одномерные модели, которые учитывают распределение поля только в одном направлении – вдоль индуктора. Это обстоятельство, в совокупности с принятыми допущениями, не позволяет получить объективные характеристики машины. Погрешность расчётов зависит не только от отношения $\frac{\tau}{\delta}$, но и от типа обмотки (однослойная, двухслойная, с полузаполненными крайними пазами), а также от длины индуктора и реального количества магнитных полюсов. В большинстве случаев эта погрешность

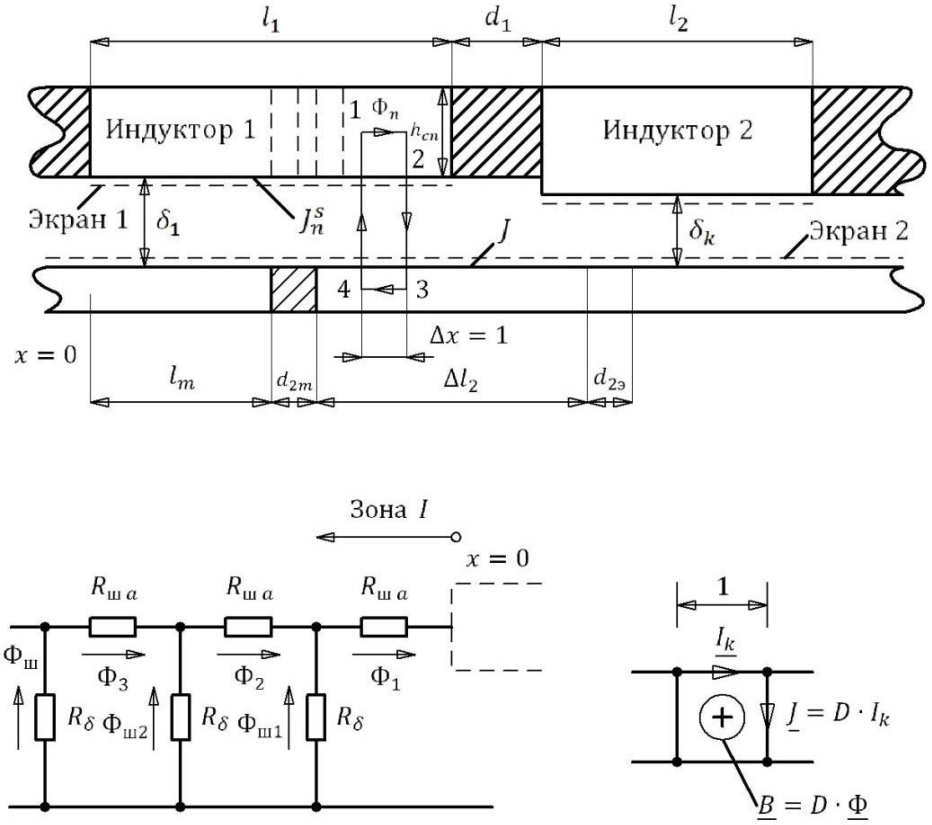
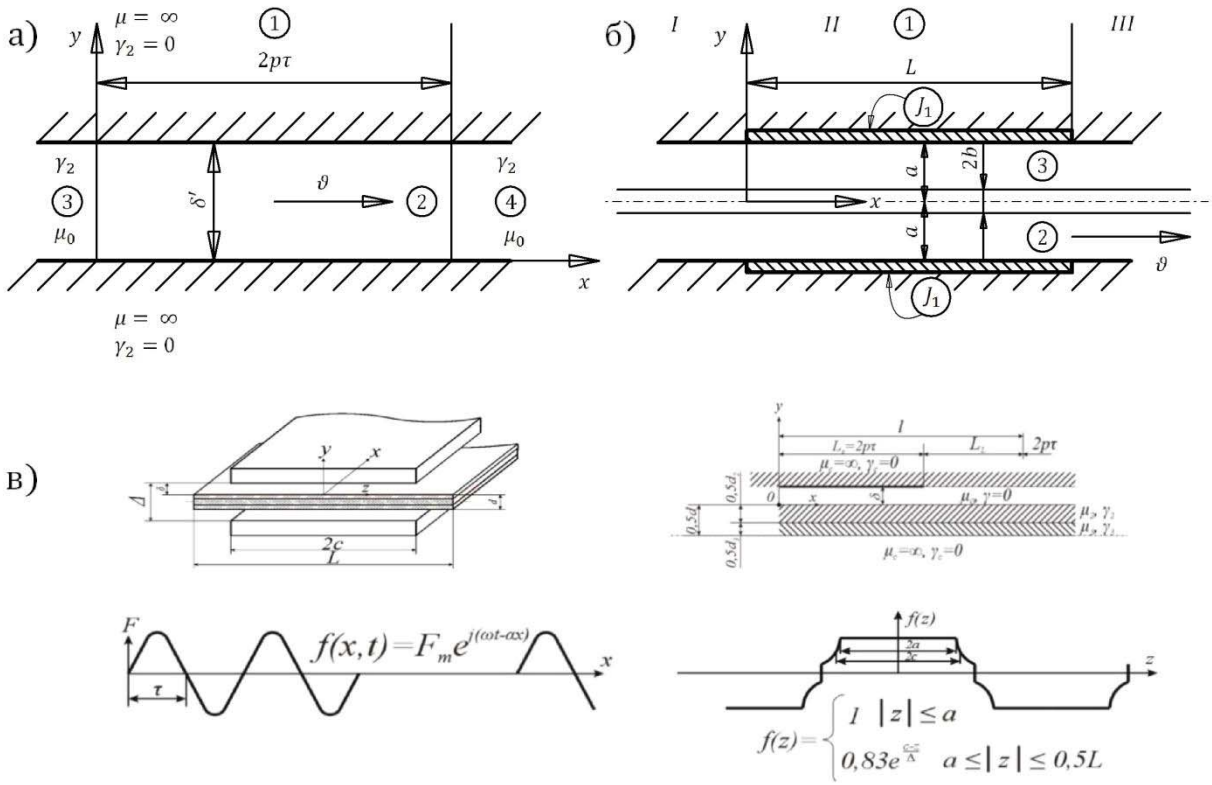


Рисунок 1 – Методика для расчёта электромагнитного поля численными методами (схема замещения с распределёнными параметрами)

Методики расчёта интегральных характеристик низкоскоростного линейного асинхронного электропривода



а) одномерная; б) двухмерная; в) трёхмерная.

Рисунок 2 – Методики для расчёта электромагнитного поля (теория поля)

составляет 10 ÷ 20% [6], однако в случае коротких индукторов, в которых уложена двухслойная обмотка с полузаполненными крайними пазами, она может составлять 50 ÷ 60%. Из этого следует, что данная модель является оценочной.

Двухмерные модели стали результатом развития одномерной теории, поскольку магнитное поле в воздушном зазоре, помимо координаты x (по длине индуктора), имеет также составляющую по оси y (по ширине индуктора). Допущения для данной модели остаются такими же, что и для одномерной, за исключением того, что индуктор имеет конечную ширину. Анализ двухмерной модели является более точным на количественном уровне по сравнению с предыдущей моделью. Однако, как было сказано выше, анализ ЛАД при помощи одномерной методики в большинстве случаев практического применения также достаточно точен.

Самым точным является анализ трёхмерной модели, которая проводит расчёт магнитного поля по всем трём пространственным координатам, а также неравномерное распределение индукции магнитного поля в воздушном зазоре, вызванное продольным краевым эффектом.

При разработке вышеперечисленных методик сделаны следующие допущения: а) система фазных токов и напряжений в фазах симметричная; б) магнитная проницаемость сердечников индукторов и обратного магнитопровода равна бесконечности $\mu_{Fe} \gg \mu_0$ (в трёхмерной методике её можно задать произвольным постоянным числом). Это позволяет не учитывать насыщение отдельных участков магнитной цепи – сделать модель линейной; в) электропроводность сердечников индукторов $\gamma_1 = 0$ – тогда мы пренебрегаем влиянием поверхностного эффекта, вызванного вихревыми токами, электропроводность вторичного элемента (ВЭ) или обратного магнитопровода может быть также принята равной нулю или задана постоянным числом, соответствующим материалу; г) не учитывается распределение обмотки и наличие пазов – токи индуктора и ВЭ расположены в тонких слоях на их поверхностях. Учёт пазовой структуры осуществляется с помощью коэффициента Картера [7]; д) продольный и поперечный краевые эффекты учтены конечностью намагничивающих сил, но не сердечников.

В большинстве методик расчёт характеристик производится при питании обмоток индуктора от источника тока ($I_1 = const$). Это упрощает анализ, поскольку при изменении тока во ВЭ I_2' ток I_1 потери ΔP_{Cu1}, МДС F_1 линейная токовая нагрузка A_1 и плотность тока J_1 изменяться не будут. Однако следует учитывать, что механические характеристики ЛАД (как и вращающихся АД) при питании

от источника тока будут отличаться от таковых при питании ЭДС. В первом случае характеристика будет более жёсткая, т.е. $s_{кр(I=const)} < s_{кр(E=const)}$ и мощность P_2 для одной и той же частоты вращения будут различаться. Также нужно помнить, что эквивалентная замена идеального источника тока на идеальный источник ЭДС (напряжения) и наоборот невозможна [8].

Расчётные модели, базирующиеся на численных методах решения дифференциальных уравнений, составленных для магнитного потенциала А (1) (одномерные и двухмерные), подразумевают разбивку пространства, занятого магнитным полем на зоны, в пределах которых $\mu = const$. Эти зоны формируют сетку, состоящую из нескольких сотен узлов. Наиболее широкое применение для расчёта магнитного поля получил численный метод конечных элементов [3], в котором решение дифференциального уравнения (1) сводится к отысканию максимума функционала (2).

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{\mu}\cdot\frac{\partial A}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{\mu}\cdot\frac{\partial A}{\partial y}\right)+J_{cm}-\gamma\cdot\frac{\partial A}{\partial t}=0 \quad (1)$$

$$F=\iint_G\left[\frac{1}{2}\cdot\left\{\frac{1}{\mu}\cdot\left(\frac{\partial A^2}{\partial x}\right)+\frac{1}{\mu}\cdot\left(\frac{\partial A^2}{\partial y}\right)\right\}-J_{cm}-\gamma\cdot\frac{\partial A}{\partial t}\right]\cdot dx\cdot dy \;\; no\; A \quad (2)$$

Точность получаемых результатов зависит лишь от вида и подробности (числа участков) разбиения области на элементы. Большое количество расчётных операций для каждого узла и вычисление магнитного состояния схемы замещения для i-слоёв подразумевает, что возможности использования таких моделей требуют достаточных вычислительных ресурсов.

Отдельно следует пояснить про классификацию ЛАД на высокоскоростные и низкоскоростные [3; 4]. Для анализа электромагнитных процессов в ЛАД был введён критерий:

$$\varepsilon_0=\frac{\mu_0\cdot\upsilon^2}{4\cdot\omega\cdot\rho_s\cdot g}, \quad (3)$$

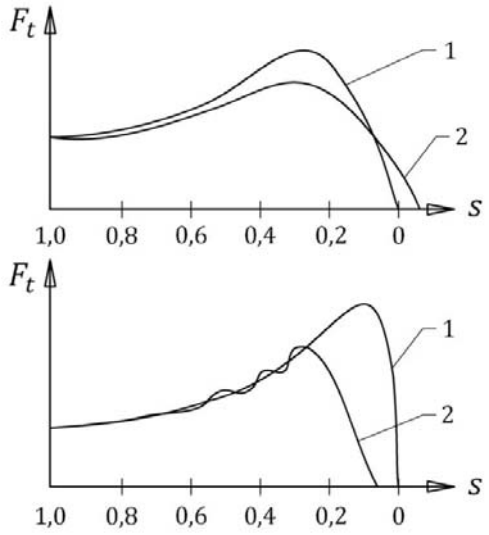
где ω – круговая частота; υ – скорость движения подвижной части ЛАД (бегуна); ρ_s – удельное поверхностное сопротивление ВЭ; g – расстояние между индукторами.

Или по [4]:

$$\varepsilon_0=\frac{\mu_0\cdot\gamma_2\cdot\omega}{\alpha^2}=\frac{\mu_0\cdot\gamma_2\cdot\omega\cdot\tau^2}{\pi^2}, \quad (4)$$

где γ_2 – удельная электропроводность ВЭ; τ – полюсное деление индуктора; α – волновое число $=\frac{\pi}{\tau}$.

Данный критерий получил название «магнитное число Рейнольдса», или электромагнитная добротность машины. Если $\varepsilon_0 \le 1$ – двигатель низкоскоростной, если $\varepsilon_0 \gg 1$ – двигатель высокоскоростной. Из анализа глубины проникновения волны продольного краевого эффекта (рис. 3) следует, что её влияние на характеристики высокоскоростных двигателей значительно больше, чем у низкоскоростных, особенно в области пониженных скольжений. На рис. 3 видно, что продольный концевой эффект в низкоскоростных двигателях уменьшает тяговое усилие F_x в области высоких скольжений и увеличивает его в области низких скольжений (в рабочей области). Количественное влияние этого эффекта связано не только со скоростью движения двигателя, но и с длиной индуктора и типом обмотки. При $L_{инд} \ge \frac{\upsilon_s}{2} \ge \frac{2\cdot\tau\cdot f_1}{2} \ge \tau\cdot f_1$ и однослойной обмотке (или двухслойной с полностью заполненными крайними пазами) этим влиянием можно пренебречь.



1 – без учёта продольного концевого эффекта; 2 – с его учётом;
а) схема замещения с распределёнными параметрами;
б) схема замещения с сосредоточенными параметрами.

Рисунок 3 – Влияние продольного концевого эффекта на механическую характеристику низкоскоростного (а) и высокоскоростного (б) ЛАД

Выводы. 1) При проектировании ЛАД для рационального выбора параметров и получения достаточно точных тягово-энергетических показателей необходимо проводить расчёты по трёхмерной методике, в то время как одномерная (двухмерная) методика может быть использована для оценочных расчётов черновых вариантов конструкции проектируемого ЛАД. 2) После расчёта характеристик по 3-мерной методике необходимо выполнить пересчёт некоторых характеристик при питании индуктора от источника ЭДС, в том числе и для определения устойчивости работы двигателя. 3) В низкоскоростных двигателях незначительным продольным краевым эффектом можно пренебречь.

Список источников

1. Епифанов А. П., Криль Д. Б. Анализ внутренних транспортных систем животноводческих комплексов и тепличных хозяйств и возможность их модернизации // Агротехника и энергообеспечение. 2021. № 1 (30). С. 33–43. ISSN 2410-5031.
2. Епифанов А. П., Малайчук Л. М., Самсонов Ю. А. Монорельсовый внутренний транспорт животноводческих комплексов и тепличных хозяйств с линейным асинхронным электроприводом // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2010. № 18. С. 235–242. ISSN 2078-1318.
3. Веселовский О. Н., Коняев А. Ю., Сарапулов Ф. Н. Линейные асинхронные двигатели. М. : Энергоатомиздат, 1991. 254 с. ISBN 5-283-00559-3.
4. Yamamura S., Ito H., Ishulawa Y. Theories of the Linear, Induction Motor and Compensated Linear Induction Motor // IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems. 1972. Vol. PAS-91, Is. 4. P. 1700–1710. DOI 10.1109/tpas.1972.293349.
5. Ahmadinia N. The linear induction motor (LIM) & single linear induction motor (SLIM) // American Journal of Electrical Power and Energy Systems. 2014. Vol. 3, Is. 4. P. 71–75. DOI 10.11648/j.epes.20140304.11.
6. Scobelev V. E., Solovyev G. I., Epifanov A. P. The analysis of means of improving characteristics of linear induction traction motors for high-speed ground transport // Rail International. 1980. P. 369–381.
7. Костенко М. П., Пиотровский Л. М. Электрические машины. Ч. 2. М.-Л. : «Энергия», 1965. 704 с.
8. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. М. : «Высшая школа», 1961. 791 с.

References

1. Epifanov A. P., Kril' D. B. Analiz vnutrennih transportnyh sistem zhivotnovodcheskih kompleksov i teplichnyh hozyajstv i vozmozhnost' ih modernizacii // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2021. № 1 (30). S. 33–43. ISSN 2410-5031.
2. Epifanov A. P., Malajchuk L. M., Samsonov Yu. A. Monorel'sovyj vnutrennij transport zhivotnovodcheskih kompleksov i teplichnyh hozyajstv s linejnym asinhronnym elektroprivodom // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 18. S. 235–242. ISSN 2078-1318.
3. Veselovskij O. N., Konyaev A. Yu., Sarapulov F. N. Linejnye asinhronnye dvigateli. M. : Energoatomizdat, 1991. 254 s. ISBN 5-283-00559-3.
4. Yamamura S., Ito H., Ishulawa Y. Theories of the Linear, Induction Motor and Compensated Linear Induction Motor // IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems. 1972. Vol. PAS-91, Is. 4. P. 1700–1710. DOI 10.1109/tpas.1972.293349.
5. Ahmadinia N. The linear induction motor (LIM) & single linear induction motor (SLIM) // American Journal of Electrical Power and Energy Systems. 2014. Vol. 3, Is. 4. P. 71–75. DOI 10.11648/j.epes.20140304.11.
6. Scobelev V. E., Solovyev G. I., Epifanov A. P. The analysis of means of improving characteristics of linear induction traction motors for high-speed ground transport // Rail International. 1980. P. 369–381.
7. Kostenko M. P., Piotrovskij L. M. Elektricheskie mashiny. Ch. 2. M.-L. : «Energiya», 1965. 704 s.
8. Bessonov L. A. Teoreticheskie osnovy elektrotekhniki. M. : «Vysshaya shkola», 1961. 791 s.

Сведения об авторах

Алексей Павлович Епифанов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроэнергетики и электрооборудования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», spin-код: 6774-3270.

Дмитрий Богданович Криль – старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электрооборудования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», spin-код: 2185-9076.

Information about the authors

Aleksey P. Epifanov – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Electrical Power Engineering and Electrical Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", spin-code: 6774-3270.

Dmitry B. Kril – Senior Lecturer of the Department of Electrical Power Engineering and Electrical Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", spin-code: 2185-9076.

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

Научная статья
УДК 621.313.333.821
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.014

ТЯГОВЫЙ МОДУЛЬ С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Алексей Павлович Епифанов[1], Дмитрий Богданович Криль[2]
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия
[1]emeo.kaf@yandex.ru
[2]bruder_dan@mail.ru

Реферат. Производство продуктов питания в тепличных хозяйствах, расположенных в северных широтах Российской Федерации, сталкивается с большими финансовыми затратами на единицу произведённой продукции. В основном это обусловлено высокой долей ручного труда, использованием примитивного или дорогостоящего оборудования для транспортировки различных грузов внутри теплицы. Чтобы снизить затраты, связанные с транспортировкой, как энергетические, так и эксплуатационные, в статье представлена возможность модернизации внутреннего транспорта тепличных хозяйств для центрального прохода посредством внедрения монорельсовой транспортной системы с электроприводом на базе линейного асинхронного двигателя. Предлагаемый тяговый модуль подвесного типа обладает простой конструкцией (в том числе и кинематической схемой), не требует особых условий при эксплуатации и больших экономических затрат на неё, надёжен ввиду простоты исполнения. Исследования на базе полномасштабного лабораторного макета такой транспортной системы подтвердили её функционирование при низких скоростях движения, а проведённые расчётно-теоретические исследования показывают возможность оптимизации энергетических показателей ЛАД, что позволит снизить потребление электроэнергии при прочих равных условиях.

Ключевые слова: *линейный асинхронный двигатель, внутренний транспорт, монорельсовая транспортная система, теплицы*

TRACTION MODULE WITH LINEAR INDUCTION ELECTRIC DRIVE FOR INTERNAL MONORAIL TRANSPORT OF GREENHOUSE FACILITIES

Aleksey P. Epifanov[1], Dmitriy B. Kril[2]
[1, 2]Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia
[1]emeo.kaf@yandex.ru
[2]bruder_dan@mail.ru

Abstract. Food production in greenhouse facilities located in the northern latitudes of the Russian Federation faces large financial costs per unit of production. This is mainly due to the high share of manual labor and the use of primitive or expensive equipment for transporting various goods inside the greenhouse. To reduce the costs associated with transportation, both energy and operating, the article presents the possibility of modernizing the internal transport of greenhouse facilities for the central passage by introducing a monorail transport system with an electric drive based on a linear induction motor. The proposed suspension-type traction module has a simple design (including a kinematic scheme), does not require special operation conditions and large economic costs for it, and is reliable due to the simplicity of its design. Studies based on a full-scale laboratory model of such a transport system have confirmed its functioning at low speeds, and the theoretical computation studies carried out show the possibility of optimizing the energy indicators of LIM, which will reduce electricity consumption, all other things being equal.

Keywords: *linear induction motor, internal transport, monorail transport system, greenhouses*

Введение. Основная задача сельского хозяйства заключается в производстве необходимого количества экологически чистых и экономически доступных продуктов для жителей страны и обеспечение продовольственной безопасности. В Российской Федерации имеются все условия и ресурсы для выполнения этой задачи.

В тепличных хозяйствах занимаются выращиванием всесезонной овощной продукции и рассады [1]. В России, подавляющая часть территории которой расположена в северных широтах, начальная стоимость тепличной продукции будет выше по сравнению с аналогичной из южных районов или стран. Поэтому для повышения рентабельности производства необходимо грамотно спроектировать теплицу, подобрать необходимое оборудование и организовать трудовой процесс, который позволит снизить трудоёмкость и энергоёмкость производства продукции, а также минимизирует капитальные и эксплуатационные затраты.

Подавляющая часть труда в тепличном хозяйстве складывается из 2-х основных составляющих:

– работа с растениями, посадочным материалом, сбор урожая;

– транспортировка различных грузов.

По сей день в обеих составляющих велика доля ручного труда. Поскольку повысить эффективность первой составляющей довольно сложно, т.к. любая работа с растениями предполагает выполнение многих операций, достаточно сложных для автоматизации или роботизации, то необходимо снизить энергоёмкость второй составляющей – трудовые затраты на транспортировку.

Основная работа в теплице проходит в междурядьях и центральном проходе (рис. 1). В настоящее время для работы в междурядье основными транспортными средствами в большинстве хозяйств являются: 1) ручные тележки (рис. 1а); 2) самоходные тележки (рис. 1в); 3) самоходные тележки с гидравлическим подъёмником (рис. 1г). Для работы в центральном проходе применяют: 1) ручные тележки (рис. 1б); 2) мини-тракторы (рис. 2а); 3) аккумуляторные электрокары (рис. 2б).

Ранее в работах [2; 3] были подробно рассмотрены преимущества и недостатки данных транспортных систем, предложена и обоснована возможность модернизации внутреннего транспорта тепличных хозяйств на монорельсовые системы с линейным асинхронным электроприводом. В данной статье будет предложен проект тягового модуля для монорельсовой системы внутреннего тепличного транспорта для центрального прохода.

Методика. Сначала необходимо определить расположение путевого монорельса (двутавра). Возможны два варианта: 1) напольное расположение; 2) подвесное расположение. Второй вариант более предпочтителен по следующим причинам: а) центральный проход остаётся свободным; б) токоведущие шины также будут расположены сверху – безопасность персонала; в) возможность выполнить транспортный модуль более компактным; г) меньшее влияние загрязняющих воздействий на путевую структуру. При этом следует учитывать, что двутавр будет являться несущей балкой, а, следовательно, нужно провести механический расчёт на изгиб и грамотно выбрать № двутавра.

Сам линейный асинхронный двигатель (ЛАД) может иметь различное исполнение (рис. 3). Двухсторонний индуктор имеет преимущество по тягово-энергетическим показателям в сравнении

Фото из интернета.

а) ручная тележка для работы в междурядьях; б) ручная тележка для работы в центральном проходе; в) самоходная тележка; г) самоходная тележка с гидроподъёмником.

Рисунок 1 – Внутренний транспорт теплиц для работы в междурядьях

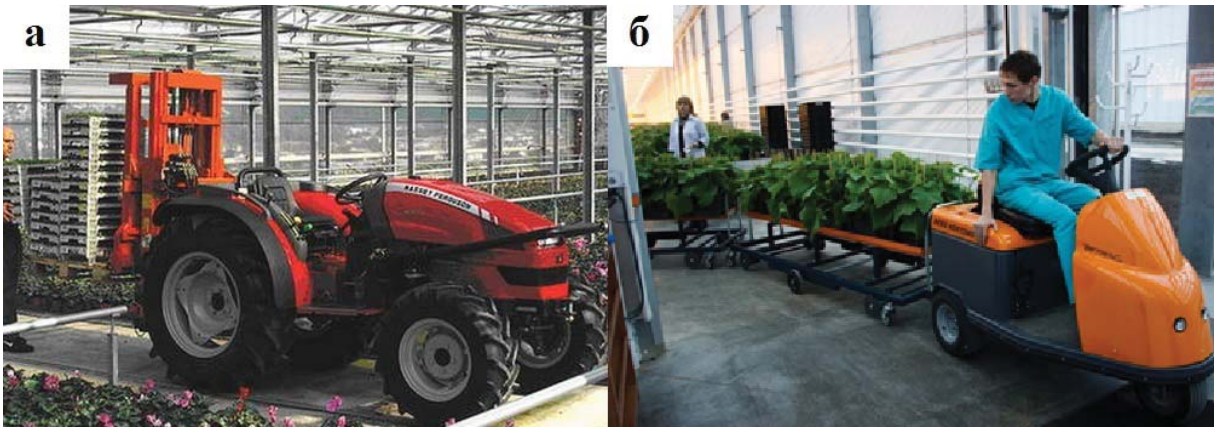
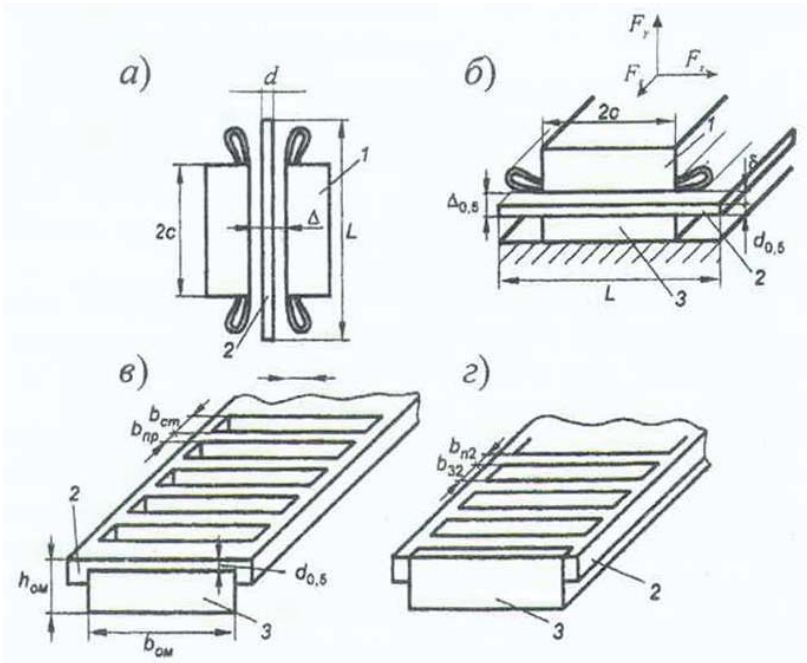


Фото из интернета.
а) минитрактор; б) аккумуляторный электрокар.

Рисунок 2 – Внутренний транспорт теплиц для работы в центральном проходе

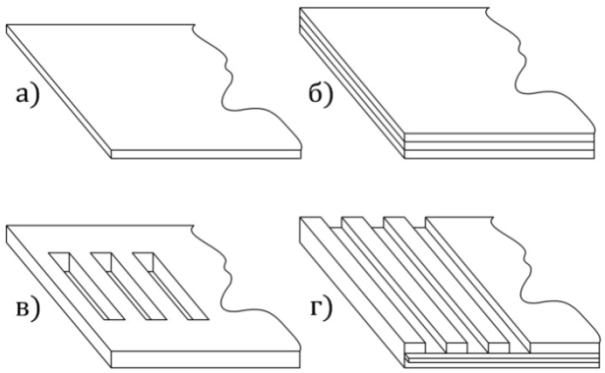
с односторонним, однако последний более эргономично и компактно встраивается в путевую структуру. В нашем случае в роли подвижной части – «бегуна» – рационально использовать индуктор, а в роли статора – вторичный элемент (ВЭ). ВЭ представляет собой реактивную шину (РШ), выполненную из меди или алюминия, сплошную либо шлицованную (рис. 4). РШ необходимо прикрепить к нижней полке двутавра, а под ним расположить индуктор, зафиксированный на передвижной каретке, которая может перемещаться вдоль монорельса. Количество кареток определяется массой перевозимого груза и габаритами грузовой ёмкости. Нижняя полка двутавра будет являться массивным обратным магнитопроводом, по которому замыкается магнитный поток индуктора. Такое конструктивное исполнение ЛАД позволяет разгрузить поддерживающие ролики, на которые опирается каретка, поскольку при протекании тока в обмотке индуктора между ним и нижней полкой возникнет сила электромагнитного притяжения.

Обмотка индуктора трёхфазная, питание к ней подводится от преобразователя частоты (ПЧ) (скорости перемещения $\upsilon \leq 3$ м/с). ПЧ распола-



а) с двухсторонним индуктором; б) с односторонним индуктором и массивным обратным магнитопроводом; в) шлицованная реактивная шина; г) плоская «беличья клетка».

Рисунок 3 – Варианты исполнения линейных асинхронных двигателей



а) изотропная проводящая шина; б) составной вторичный элемент из двух изотропных проводящих пластин и ферромагнитной полосы между ними; в) шлицованная шина; г) шлицованная шина, уложенная в пазы обратного магнитопровода.

Рисунок 4 – Способы исполнения вторичного элемента (вторичной структуры)

гается рядом с индуктором на каретке по условиям электромагнитной совместимости [4]. Наличие ПЧ позволяет не только получить низкие скорости перемещения при лучших тягово-энергетических показателях, по сравнению с иными способами решения этой задачи [5; 6], но и даёт возможность управления режимами пуска, торможения, установившегося движения, автоматизации, позиционирования.

К передвижной каретке (кареткам) крепится ёмкость (бункер), в которой будут перевозиться необходимые грузы. Совокупность ёмкости и кареток с линейным асинхронным электроприводом (ЛАЭП) представляет собой транспортный модуль.

В лаборатории кафедры ЭМЭП ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» была разработана и реализована лабораторная модель полномасштабного монорельсового транспортного модуля, питающегося от ПЧ (рис. 5). Экспериментальные исследования данной модели подтвердили работоспособность системы при низких скоростях движения и частотах, а также возможность управления режимами работы, регулирования скорости, ускорения (замедления) и тягового усилия усилением (ослаблением) магнитного потока по скалярному закону $\frac{U_1}{f_1} = const$ [7].

Для определения конструктивных параметров одностороннего ЛАД с массивным обратным магнитопроводом необходимо рассчитать его интегральные характеристики. Как показано в [8], из существующих на сегодняшний день методик расчёта самой точной и объективной является трёхмерная методика, базирующаяся на анализе электромагнитного поля в воздушном зазоре и вторичной структуре (ВЭ). Также она является универсальной для исследования ЛАД различных модификаций и конструктивных исполнений. Расчётный макет данной методики представлен на рис. 6.

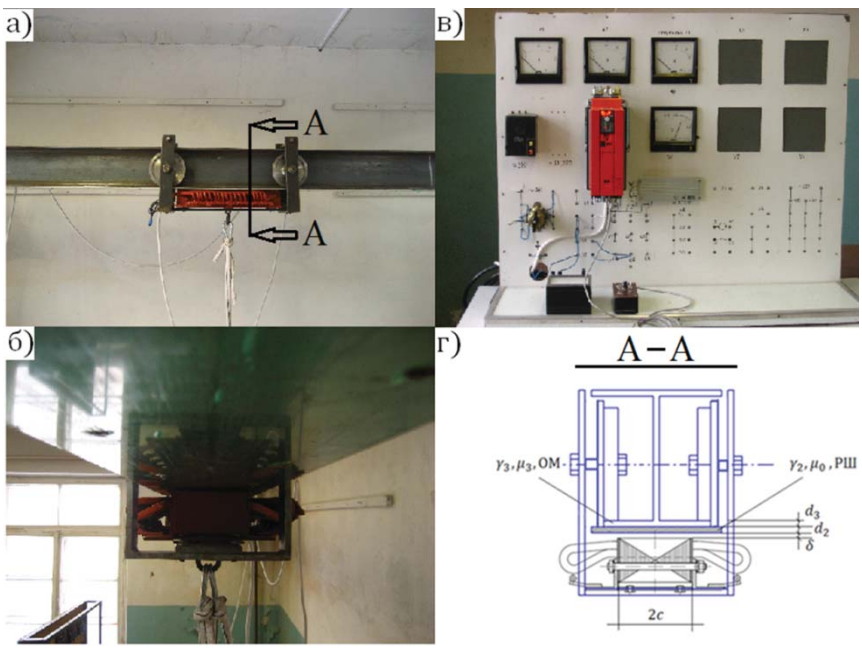
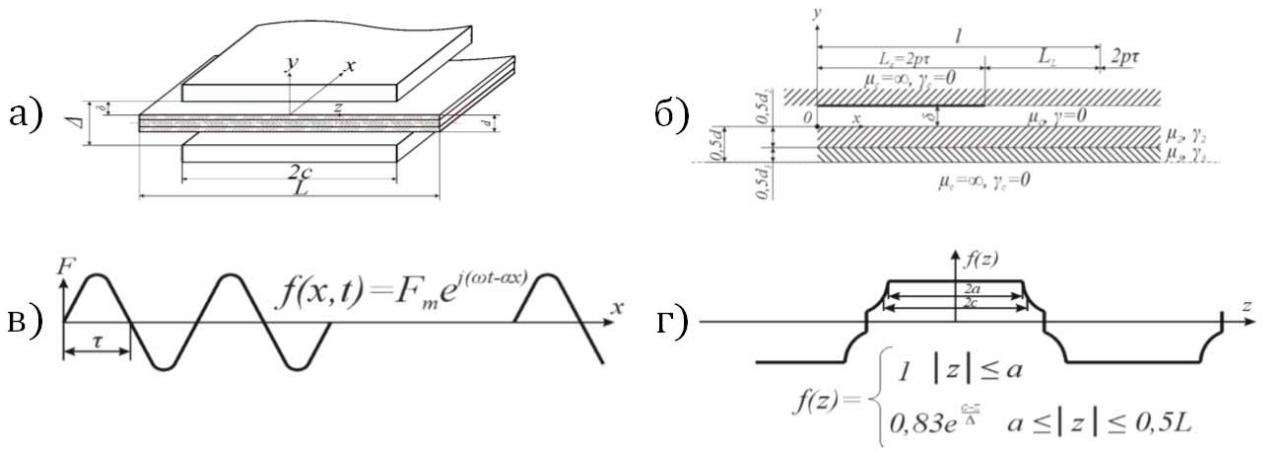


Фото авторов.
а) фронтальный вид установки; б) преобразователь частоты и измерительная аппаратура; в) профильный вид установки; г) профильный разрез по А-А.

Рисунок 5 – Внешний вид полномасштабной лабораторной модели ЛАД



а) геометрические размеры исследуемого ЛАД; б) основные допущения и главные размеры; в) закон изменения намагничивающих сил; г) учёт боковых магнитных полей рассеяния.

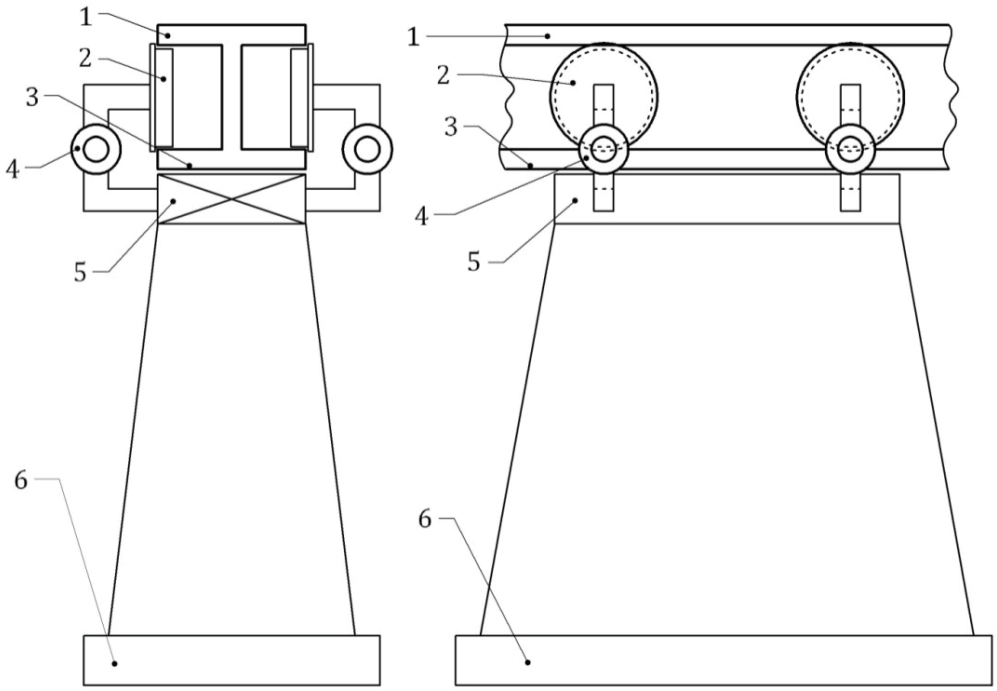
Рисунок 6 – Расчётный макет трёхмерной методики для определения интегральных характеристик ЛАД

В ней решение дифференциальных уравнений для электромагнитного поля (уравнений Д. К. Максвелла), составленных для векторного магнитного потенциала А, а также выражения локальных (магнитная индукция и намагничивающие силы) и интегральных (тяговое усилие, магнитный поток) характеристик получены в аналитической форме:

$$rot\,\bar{A}=\bar{B};\ \bar{E}=-\frac{\partial\bar{A}}{\partial t};\ div\,\bar{A}=0. \qquad (1)$$

$$F(x,y,z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{\nu=-\infty}^{\infty}C_{n,\nu}\cdot \exp j\left(\frac{\pi nz}{L}+\frac{2\pi\nu x}{l}\right)=\frac{8\sqrt{2}\cdot A\cdot k_{\text{обм1}}}{\pi l\alpha^2}\sum_n\sum_\nu Y_{\text{п}}\cdot \cos\frac{\pi nz}{l}\cdot\frac{1}{\nu}\cdot k_\nu\cdot\exp j\left(\omega t+\frac{2\pi\nu x}{l}\right). \qquad (2)$$

$$B_{\delta y}=rot_y\overline{A_\delta}=\frac{\partial\overline{A_{\delta x}}}{\partial z}-\frac{\partial\overline{A_{\delta z}}}{\partial x}=-j\frac{1}{2\pi}\sum_n\sum_\nu C_1\cdot y_n\cdot\cos\left(\frac{\pi nz}{L}\right)\cdot$$



1 – двутавровая балка (монорельс); 2 – поддерживающие ролики; 3 – реактивная шина; 4 – регулировочный механизм для установки размера воздушного зазора; 5 – индуктор; 6 – грузовая платформа (ёмкость, бункер).

Рисунок 7 – Чертёж тягового модуля для монорельсового транспорта центрального прохода в теплицах

$$\cdot \lambda(ch\lambda y + C_2 \cdot sh\lambda y) \cdot \exp j\left(\omega t + \frac{2\pi\nu x}{l}\right). \quad (3)$$

$$S_{эм} = J\frac{\omega_1 \cdot C_0^2 \cdot l^3}{16\pi^2\mu_0}\sum_n \sum_\nu Y_n^2 |K_\nu| \frac{ch\xi_1\delta + b_1 sh\xi_1\delta}{sh\xi_1\delta + b_1 ch\xi_1\delta}. \quad (4)$$

$$P_{эм} = Re\, S_{эм}. \quad (5)$$

$$\eta_{эм} = \frac{P_2}{P_{эм}} = \frac{F_x \cdot V}{P_{эм}}. \quad (6)$$

$$\cos\varphi_{эм} = \frac{P_{эм}}{S_{эм}}. \quad (7)$$

Все обозначения на расчётном макете соответствуют реальным конструктивным параметрам и физическим свойствам материалов. Для данной расчётной модели имеется программа для ЭВМ, которая реализует все расчётные возможности этой методики.

Внешний вид предлагаемого тягового модуля представлен на рисунке 7.

Вывод. Предложен проект тягового модуля для монорельсовой системы внутреннего транспорта тепличных хозяйств с линейным асинхронным электроприводом, который при грамотном проектировании и рациональном определении и выборе конструктивных параметров, не уступает классическим системам внутреннего транспорта по энергетическим показателям, а по эксплуатационным и ремонтным расходам превосходит последние.

Список источников

1. Теплицы и оранжереи. URL: http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st025.shtml (дата обращения: 30.09.2023).

2. Епифанов А. П., Криль Д. Б. Анализ внутренних транспортных систем животноводческих комплексов и тепличных хозяйств и возможность их модернизации // Агротехника и энергообеспечение. 2021. № 1 (30). С. 33–43. ISSN 2410-5031.

3. Епифанов А. П., Малайчук Л. М., Самсонов Ю. А. Монорельсовый внутренний транспорт животноводческих комплексов и тепличных хозяйств с линейным асинхронным электроприводом // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2010. № 18. С. 235–242. ISSN 2078-1318.

4. Практика приводной техники – Электромагнитная совместимость (ЭМС) в приводной технике. SEW EURODRIVE. СПб., 2002. 96 с.

5. Аипов Р. С. Линейные электрические машины и приводы на их основе. Уфа : Изд-во БГАУ, 2003. 200 с. ISBN 5-7456-0061-6.

6. Туктаров М. Ф. Электропривод решетного стана зерноочистительной машины на базе плоского линейного асинхронного электродвигателя : дис. …канд. техн. наук : 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве / БГАУ. Уфа, 2013. 151 с.

7. Костенко М. П., Пиотровский Л. М. Электрические машины. Ч. 2. М.-Л. : «Энергия», 1965. 704 с.

8. Епифанов А. П. Научные основы создания тяговых линейных асинхронных двигателей : дис. … д-ра техн. наук : 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты / СПбГТУ. СПб, 1992. 272 с.

References

1. Teplicy i oranzherei. URL: http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st025.shtml (data obrashcheniya: 30.09.2023).

2. Epifanov A. P., Kril' D. B. Analiz vnutrennih transportnyh sistem zhivotnovodcheskih kompleksov i teplichnyh hozyajstv i vozmozhnost' ih modernizacii // Agrotekhnika i energoobespechenie. 2021. № 1 (30). S. 33–43. ISSN 2410-5031.

3. Epifanov A. P., Malajchuk L. M., Samsonov Yu. A. Monorel'sovyj vnutrennij transport zhivotnovodcheskih kompleksov i teplichnyh hozyajstv s linejnym asinhronnym elektroprivodom // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 18. S. 235–242. ISSN 2078-1318.

4. Praktika privodnoj tekhniki – Elektromagnitnaya sovmestimost' (EMS) v privodnoj tekhnike. SEW EURODRIVE. SPb., 2002. 96 s.

5. Aipov R. S. Linejnye elektricheskie mashiny i privody na ih osnove. Ufa : Izd-vo BGAU, 2003. 200 s. ISBN 5-7456-0061-6.

6. Tuktarov M. F. Elektroprivod reshetnogo stana zernoochistitel'noj mashiny na baze ploskogo linejnogo asinhronnogo elektrodvigatelya : dis. …kand. tekhn. nauk : 05.20.02 – Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v sel'skom hozyajstve / BGAU. Ufa, 2013. 151 s.

7. Kostenko M. P., Piotrovskij L. M. Elektricheskie mashiny. CH. 2. M.-L. : «Energiya», 1965. 704 s.

8. Epifanov A. P. Nauchnye osnovy sozdaniya tyagovyh linejnyh asinhronnyh dvigatelej : dis. … d-ra tekhn. nauk : 05.09.01 – Elektromekhanika i elektricheskie apparaty / SPbGTU. SPb, 1992. 272 s.

Сведения об авторах

Алексей Павлович Епифанов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроэнергетики и электрооборудования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», spin-код: 6774-3270.

Дмитрий Богданович Криль – старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электрооборудования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», spin-код: 2185-9076.

Information about the authors

Aleksey P. Epifanov – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Electrical Power Engineering and Electrical Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", spin-code: 6774-3270.

Dmitry B. Kril – Senior Lecturer of the Department of Electrical Power Engineering and Electrical Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Agrarian University", spin-code: 2185-9076.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 631.1(470.12)
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.015

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА АПК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Маклахов[1], Г. А. Симонов[2], В. В. Приятелев[3], Е. А. Марценюк[4], С. Г. Жестянников[5]

[1, 3]Вологодский государственный университет, Вологда, Россия
[2]ФГБУН «Вологодский научный центр РАН», Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, Вологда, Россия
[4]Комитет по экономической политике и стратегическому планированию Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, Россия
[5]Вологодский муниципальный округ, Вологда, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Васильевич Маклахов, leon1906@yandex.ru

Реферат. В статье рассмотрены вопросы развития отрасли растениеводства АПК Вологодской области на современном этапе. Установлено, что она развивается успешно. Является лидером по размерам посевных площадей среди регионов Северо-Западного федерального округа. Поддерживает рост урожайности сельскохозяйственных культур из года в год посредством увеличения и улучшения технической вооружённости, использования минеральных и органических удобрений, улучшения почв и другого. Благодаря грамотному ведению отрасли население региона обеспечено продуктами растениеводства, а общественное животноводство – кормами.

Ключевые слова: *сельское хозяйство, Вологодская область, экономика, растениеводство, животноводство, развитие*

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE CROP PRODUCTION INDUSTRY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE VOLOGDA REGION

Aleksey V. Maklakhov[1], Gennadiy A. Simonov[2], Vyacheslav V. Priyatelev[3], Ekaterina A. Martsenyuk[4], Sergey G. Zhestyannikov[5]

[1, 3]Vologda State University, Vologda, Russia
[2]Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming, Vologda, Russia
[4]Committee on Economic Policy and Strategic Direction of St. Petersburg, Russia
[5]Vologda Municipal District, Vologda, Russia

Author responsible for correspondence: Aleksey V. Maklakhov, leon1906@yandex.ru

Abstract. The article deals with a subject of the crop production industry development of the agro-industrial complex of the Vologda region at the current stage. It has been established that it is developing successfully. It is the leader in the size of crop acreage among the regions of the North-West Federal District. It supports the growth of agricultural yields from year to year through the increase and improvement of technical equipment, the use of mineral and organic fertilizers, soil improvement and others. Thanks to competent management of the industry, the population of the region is provided with crop products, and public animal husbandry is provided with feed.

Keywords: *agriculture, Vologda region, economy, crop production, animal husbandry, development*

Введение. На территории области реализуется Государственная программа «Развитие агропромышленного комплекса Вологодской области на 2021–2025 годы», целью которой является повышение обеспеченности населения области сельскохозяйственной продукцией, произведённой на территории региона. Одной из задач Программы является увеличение индекса производства продукции растениеводства.

В настоящее время к приоритетным направлениям и целям государственной политики отнесено развитие растениеводства и животноводства, в том числе с внедрением инновационных технологий [1–4].

Предусматривается выделение субсидий на поддержку сельскохозяйственного производства по отдельным подотраслям растениеводства, социальное страхование в области растениеводства [5].

Для реализации этой Программы необходимо уделять больше внимания отрасли растениеводства как основе кормовой базы животноводства.

Известно, что без качественных и разнообразных кормов невозможно сбалансировать рационы животных и птицы. Полноценные рационы положительно влияют на рост и развитие [6–8], продуктивность и качество получаемой продукции [9–17], воспроизводительную способность [18]. Поэтому заготовке кормов необходимо уделять особое внимание.

Растениеводство главным образом занимается возделыванием культурных растений для производства различной растениеводческой продукции (зерно, овощи, технические и кормовые культуры), а также и других. Растениеводческая отрасль обеспечивает большую часть всего объёма продовольствия в мире. Кроме того, эта продукция является сырьём, например, для текстильной, химической, фармакологической и другой промышленности.

Отрасль тесно связана с животноводством, т.к. обеспечивает скот кормами, а животные, в свою очередь, дают органические удобрения для растений, что обеспечивает стабильность урожаев сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что для более эффективного развития любого производства, в том числе и отрасли растениеводства, необходимо учитывать трудовые ресурсы [19–21].

Цель исследований – анализ и оценка состояния АПК Вологодской области на современном этапе.

Материалы и методы исследований. В ходе проведения анализа эффективности производства растениеводческой продукции в регионе нами были использованы производственные и экономические показатели АПК Вологодской области за ряд лет. Для обработки этих данных применяли общепринятые методики, используемые в экономике.

Результаты собственных исследований. Полученные показатели свидетельствуют о том, что отрасль растениеводства в настоящее время в регионе развивается планомерно.

Вологодская область расположена на севере Европейской части Российской Федерации, поэтому отрасль растениеводства в значительной мере зависит от природно-климатических условий.

Следует отметить, что климат в регионе умеренный континентальный с продолжительной холодной зимой и относительно коротким тёплым летом. Период с положительными температурами составляет 130–210 дней. Среднегодовая сумма осадков намного больше величины испаряемости. Так, в период с 2017 по 2022 годы в растениеводстве дважды объявлялась чрезвычайная ситуация: один раз – повышенная готовность по переувлажнению и один раз – по аномально жаркой погоде.

В рельефе области преобладает равнина, сложенная суглинками. 68,3% территории занимают леса. В северной части области в основном преобладают подзолистые почвы, в южной – дерново-подзолистые, местами встречаются болотные почвы.

Следует отметить, что подзолистые почвы обладают очень низким естественным плодородием (имеют высокую кислотность, небольшое содержание гумуса, фосфора, калия). Почвы дернового типа относятся к наиболее плодородным в области. Болотно-подзолистые почвы получили наибольшее распространение в северных и восточных районах области. Болотно-подзолистые почвы в агрономическом отношении являются самыми низкоплодородными в регионе. Болотные почвы широко распространены в западной части области. Наиболее плодородны среди болотных почв торфяные почвы низинных болот. Пойменные почвы распространены повсеместно в поймах рек и обладают сравнительно высоким плодородием. В целом же плодородие большинства почв области низкое. Среднее содержание гумуса в почве составляет 2,5%. Больше половины окультуренных (пахотных) почв отличаются высокой степенью кислотности, многие подвержены эрозии, переувлажнены.

Сельхозугодья занимают 10% территории области, в их структуре – пашня 56,7%, многолетние насаждения 0,7%, сенокосы 23,8%, пастбища 15,5%.

Следует подчеркнуть, что относительно короткое лето, наличие чрезвычайных климатических ситуаций и низкая плодородность большинства почв являются неблагоприятными факторами для ведения растениеводства области, поэтому

внедрение новых технологий – это необходимая составляющая развития данной отрасли.

Примерный календарь сельскохозяйственных работ Вологодской области показан в таблице 1.

С третьей декады апреля в регионе начинается сев яровых зерновых и трав. В середине-конце мая высаживают остальную часть всех культур (пшеница, овёс, картофель, лён, овощи). Июнь-июль – период заготовки корма. Конец июля, август, сентябрь – время сбора урожая. И уже в октябре происходит вспашка зяби – это пахота под посадку яровых культур с осени.

По данным Вологдастата, посевная площадь в хозяйствах всех категорий в 2020 году составляла 342,3 тыс. га, в 2021 – 344,0 тыс. га, в 2022 году – всего 333,1 тыс. га. Очевидно, наблюдается тенденция сокращения площади посевных площадей, но, тем не менее, область занимает первое место в Северо-Западном федеральном округе по размерам посевных площадей. Одним из ожидаемых конечных результатов реализации подпрограммы «Развитие отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области» Государственной программы «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы» является сохранение размера посевных площадей в области, занятых различными сельскохозяйственными культурами, в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, включая индивидуальных предпринимателей, на уровне не ниже 328,75 тыс. га, и, как мы можем видеть, пока посевная площадь соответствует заявленным показателям.

Традиционно в структуре посевных площадей Вологодской области первое место занимают кормовые культуры (многолетние и однолетние травы) – 238,5 тыс. га в 2020 г.; 236 тыс. га – в 2021 г.; 225,6 тыс. га – в 2022 г. На втором месте не только в области, но и в Северо-Западном федеральном округе – зерновые и зернобобовые культуры (пшеница, рожь, овёс, ячмень) – 86,4 тыс. га в 2020 г.; 91,2 тыс. га – в 2021 г.; 91,2 тыс. га – в 2022 г. Снизилась площадь посаженного картофеля относительно 2020 года: в 2020 году она составляла 10,4 тыс. га, а в 2021–2022 гг. – только 9,8 тыс. га.

Таблица 1 – Календарь полевых работ Вологодской области

Месяц	Декада	Выполнение работ
Апрель	1	–
	2	–
	3	Сев яровых зерновых, однолетних и многолетних трав
Май	1	Сев яровых, однолетних и многолетних трав
	2	Сев яровых: пшеницы, ячменя, овса, зернобобовых, льна- долгунца, рапса, посадка картофеля, сев овощей, многолетних трав
	3	Сев яровых: пшеницы, ячменя, овса, кукурузы на корм, зернобобовых, льна-долгунца, рапса, посадка картофеля, сев овощей, однолетних и многолетних трав
Июнь	1	Заготовка кормов
	2	Заготовка кормов
	3	Заготовка кормов
Июль	1	Заготовка кормов
	2	Заготовка кормов
	3	Заготовка кормов; уборка зерновых, льна-долгунца
Август	1	Заготовка кормов; уборка зерновых, льна-долгунца
	2	Заготовка кормов; уборка зерновых, льна-долгунца
	3	Заготовка кормов; уборка зерновых, льна-долгунца
Сентябрь	1	Заготовка кормов; уборка зерновых, зернобобовых, льна-долгунца, рапса, картофеля, овощей; сев озимых; вспашка зяби
	2	Уборка ячменя, овса, ржи, льна-долгунца, картофеля, свёклы, моркови; заготовка кормов; вспашка зяби
	3	Заготовка кормов; уборка зерновых; вспашка зяби
Октябрь	1	Заготовка кормов; уборка зерновых; вспашка зяби
	2	Вспашка зяби
	3	Вспашка зяби

Овощи открытого и закрытого грунта занимали 1,6 тыс. га в 2020 г. и 1,5 тыс. га – в 2021–2022 гг. Посевы технических прядильных культур льна занимали 3,8 тыс. га в 2020 г.; 3,1 тыс. га – в 2021 г. и всего 2,3 тыс. га – в 2022 г. [22].

В целях увеличения объёмов и качества заготавливаемых кормов ряд хозяйств Грязовецкого, Вологодского, Великоустюгского, Тотемского и Шекснинского районов выращивают для получения зелёной массы на силос кукурузу. В 2022 году площадь посева кукурузы была увеличена более чем на 1 тысячу гектар и составила 4,4 тысячи гектаров.

К числу хозяйствующих субъектов, занимающихся посевом, выращиванием и сбором урожая, относятся сельскохозяйственные организации, хозяйства населений и крестьянские (фермерские) хозяйства. Количество посевных площадей, обрабатываемых хозяйствующими субъектами, распределилось следующим образом: 89% приходится на сельскохозяйственные организации, 2% – на хозяйства населения и 9% – фермерские хозяйства.

Для производства сельскохозяйственной продукции Вологодская область обладает огромными земельными ресурсами, но не все эти ресурсы используются. Поэтому на территории области ведётся работа по внесению сведений о землях сельскохозяйственного назначения в автоматизированную систему интерактивной картографической информации о землях сельскохозяйственного назначения Геоинформационной системы Вологодской области. В 2022 году для обеспечения заинтересованных лиц комплексной геопространственной информацией и улучшения работы по информационному наполнению единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения осуществлены мероприятия по развитию данной системы.

Органами местного самоуправления в 2022 году выявлено 5,3 тысячи невостребованных земельных долей общей площадью 34,1 тыс. га, в муниципальную собственность в судебном порядке перешли 312 долей площадью 1,96 тыс. га.

По уточненным данным органов местного самоуправления, в течение прошедшего года в муниципальную собственность поступило 363 земельные доли площадью 2,23 тыс. га. По сравнению с предыдущим периодом 2021 года рост площади земельных долей, поступивших в муниципальную собственность, составляет 183% (1,22 тыс. га).

В целях правомерного использования земель сельскохозяйственного назначения органами местного самоуправления в 2022 году передано на различных правах сельскохозяйственным товаропроизводителям 9,8 тыс. га [22].

Валовой сбор зерна в регионе в 2020 г. составлял 143,3 тыс. т, в 2021 г. – 108,8 тыс. т, в 2022 г. – 178,5 тыс. т. Основной объём зерна производится сельскохозяйственными организациями – около 96%.

Следует отметить, что за последние два года резко вырос объём производства картофеля. В 2020 году он составлял 136,6 тыс. т, а в 2021 г. – уже 183,7 тыс. т, в 2022 г. – 183,9 тыс. т. При этом на хозяйства населения приходится 60% полученного урожая картофеля.

Отмечено сокращение объёма производства льна: 1,7 тыс. т – 2020 г., 0,6 тыс. т – 2021 г., 0,8 тыс. т – 2022 г. Льносеющими и коноплесеющими хозяйствами было получено 0,85 тыс. т льно- и пеньковолокна. Средняя урожайность льноволокна составила 4,3 ц/га (на 0,8 ц/га выше, чем в 2021 г.). В области работает 9 льнозаводов (в Бабаевском, Верховажском, Вологодском, Кичменгско-Городецком, Устюженском округах, Никольском, Череповецком и Шекснинском районах). По итогам 2022 года ими переработано более 1533 тонн льнотресты и получено 297,5 тонн волокна. Общий выход волокна составил 19,4%.

Урожай овощей за последние три года колеблется в пределах 52 тысяч тонн (2020 г. – 52,4 тыс. т, 2021 г. – 51,2 тыс. т, 2022 г. – 52,1 тыс. т). Примерно 63% от урожая всех овощей производится в хозяйствах населения.

Общая площадь плодово-ягодных насаждений составляла за 2020, 2021 и 2022 годы 2,5; 2,4 и 2,3 тыс. га соответственно. Валовой сбор плодов и ягод за три года составил 10,6; 10,9 и 10,8 тысячи тонн. Урожайность плодов и ягод с насаждений в плодоносящем возрасте в 2020 г. составила 49,1 ц/га убранной площади, в 2021 г. – 51,4 ц/га, в 2022 году – 52,1 ц/га [22]. Несмотря на уменьшение общей площади, которую занимают плодово-ягодные насаждения, их валовой сбор стабилен, а урожайность ежегодно увеличивается.

Наиболее дешёвый и эффективный путь к повышению урожайности и увеличению валовых сборов – это внедрение в производство высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур. В реестр семеноводческих хозяйств Российской Федерации по производству зерновых, кормовых культур и льна включено 14 организаций области и 7 семеноводческих хозяйств по производству семенного картофеля.

В производстве находится более 50 сортов зерновых культур и 64 сорта картофеля, различных по срокам созревания и по направлениям использования, в том числе на семенные цели – 42 сорта. Департаментом сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области организованы мероприятия по сортосмене и сортообновлению семян на высокие репродукции. Ежегодно обмен семян проводится в пределах 4 тыс. тонн семян зерновых, 500 тонн семян картофеля.

Также эффективный путь к повышению урожайности и увеличению валовых сборов – это использование удобрений. В Вологодской области используют минеральные (азотные, калийные и фосфорные) и органические удобрения. В основном удобрения вносят под посевы зерновых, зернобобовых и кормовых культур.

За период 2020–2022 гг. количество внесённых минеральных удобрений уменьшилось с 14,4 тыс. тонн в 2020 г. до 13,8 тыс. тонн в 2022 г. (в 2021 г. – 13,6 тыс. т) за счёт сокращения количества внесённых калийных и фосфорных минеральных удобрений. Так, в 2020 г. было внесено под посевы сельскохозяйственных культур 3,4 тыс. тонн калийных и 3,2 тыс. тонн фосфорных минеральных удобрений, в 2021 г. – 2,8 и 2,9 тыс. тонн, в 2022 – по 2,6 тыс. тонн соответственно. При этом возросло количество внесённых под посевы сельскохозяйственных культур азотных удобрений: 7,6 тыс. тонн – в 2020 г., 7,7 тыс. тонн – в 2021 г., 8,4 тыс. тонн – в 2022 г.

За три года значительно возросло внесение органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур: 2020 г. – 1174 тыс. тонн, 2021 г. – 1289 тыс. тонн, 2022 г. – 1409 тыс. тонн.

Следует сказать, что от наличия сельскохозяйственной техники в основном зависит эффективность работы отрасли растениеводства. На 1 января 2021 года в сельскохозяйственных организациях Вологодской области имелось 2907 тракторов, среди которых 402 трактора, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины (т.е. 2505 тракторов без дополнительных устройств); 529 плугов, 440 культиваторов, 386 машин для посева, 318 зерноуборочных комбайнов, 267 кормоуборочных комбайнов, 27 льноуборочных комбайнов, 472 косилки.

На 1 января 2022 года в парк основных видов сельскохозяйственной техники вошли: 2541 трактор (без учёта тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и др. машины), 555 плугов, 456 культиваторов, 402 машины для посева, 324 зерноуборочных комбайна, 275 кормоуборочных комбайнов, 35 льноуборочных комбайнов, 475 косилок.

На 1 января 2023 года: 2573 трактора (без тракторов, на которых смонтированы землеройные и другие машины) и 385 тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины, 454 культиватора, 410 машин для посева, 311 зерноуборочных комбайнов, 266 кормоуборочных комбайнов, 27 льноуборочных комбайнов, 453 косилки [22].

Из приведённых выше данных можно отметить увеличение количества тракторов, плугов, сеялок, однако наблюдается уменьшение других единиц техники.

Структура энергетических мощностей в 2022 году состояла из 41,4% тракторов (включая тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины), 17,5% комбайнов и самоходных машин, 24,3% автомобилей, 15,5% электродвигателей и электроустановок, 1,2% прочих механических двигателей, а также 0,1% – рабочий скот в пересчёте на механическую силу. В сумме – 927,1 тысячи лошадиных сил.

Наблюдается тенденция к увеличению энергетических мощностей в расчёте на 1 работника в лошадиных силах: 2020 г. – 74, 2021 г. – 80, 2022 г. – 91, что выше среднего значения по Северо-Западному федеральному округу на 21,5%, но ниже на 3,3% среднего значения по России. Коэффициент обновления парка тракторов в 2022 году в Вологодской области составил 5,2%, по регионам Северо-Западного федерального округа среднее значение составляет 4,7%, а по России – 4,2%.

Обратимся к статистике реализованной продукции, т.е. продукции, отпущенной за пределы предприятия и оплаченной потребителем, сбытовой или торгующей организацией, на примере зерна, картофеля и овощей. В 2020 году в Вологодской области было реализовано зерна 26,8 тыс. тонн, картофеля – 15,8 тыс. тонн, овощей – 12,5 тыс. тонн. За 2021 год на продажу выпущено 13,6 тыс. тонн зерна, 11,4 тыс. тонн картофеля и 16,9 тыс. тонн овощей. В 2022 году реализовано 9,5 тыс. тонн зерна, 15,3 тыс. тонн картофеля и 12,9 тыс. тонн овощей соответственно. Анализ данных показывает, что в основном идёт снижение объёмов реализации зерна, в связи с чем, по нашему мнению, данный вид сельскохозяйственной продукции не экспортируется с 2021 года, а в 2020 году из области вывезли лишь 217 тонн зерна (например, в 2017 году эта цифра была почти в 10,6 раза больше – 2307 тонн). За предыдущие 3 года картофеля и зерна было экспортировано: в 2020 г. – 3352 и 3268 тонн, в 2021 г. – 1586 и 3885 тонн и в 2022 году – 4167 и 2934 тонн соответственно.

Вывод. Несмотря на сложные природно-климатические условия, отрасль растениеводства в Вологодской области в последние годы развивается успешно. Она является лидером по размерам посевных площадей среди регионов Северо-Западного федерального округа. Поддерживает рост урожайности сельскохозяйственных культур из года в год посредством увеличения и улучшения технической вооружённости, использования минеральных и органических удобрений, улучшения почв и другого. Благодаря грамотному ведению отрасли население региона обеспечено продуктами растениеводства, а общественное животноводство – кормами.

Список источников

1. Маклахов А. В., Живетин В. В., Задумкин К. А. [и др.] Состояние и перспективы развития льняного комплекса Вологодской области // Горное сельское хозяйство. 2018. № 2. С. 18–22. ISSN 2410-2911.

2. Маклахов А. В., Живетин В. В., Симонов Г. А. Некоторые аспекты модернизации экономики Нечерноземья (на примере Вологодской области) // Проблемы развития территории. 2020. № 2 (160). С. 81–94. ISSN 2076-8915. DOI 10.15838/ptd.2020.2.106.6.

3. Маклахов А. В., Симонов Г. А., Живетин В. В. Инновация экономики Нечерноземной зоны России // Горное сельское хозяйство. 2020. № 2. С. 7–15. ISSN 2410-2911.

4. Симонов Г. А., Маклахов А. В., Углин В. К. [и др.] Инновационные технологии производства сельскохозяйственной продукции : монография. Вологда : Изд-во Вологодский научный центр Российской академии наук, 2021. 168 с. EDN ZYOFRS.

5. Маклахов А. В., Симонов Г. А., Марценюк Е. А. Современное состояние и пути развития АПК Вологодской области // Горное сельское хозяйство. 2021. № 2. С. 11–17. DOI 10.25691/GSH.2021.2.014.

6. Симонов Г. А., Гайирбегов Д. Ш., Федин А. С. Влияние препарата крезооферан на энергию роста ремонтного молодняка кур-несушек // Эффективное животноводство. 2013. № 5 (91). С. 22–23. EDN SFDYWH.

7. Тяпугин Е., Симонов Г., Гуляева М. Опыт выращивания ремонтных телок в хозяйствах Вологодской области // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 3. С. 2–4. ISSN 0026-9034.

8. Simonov G. A., Zoteev V. S., Sadykov M. M. [et al.] Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed // E3S WEB OF CONFERENCES. Сер. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" (Yekaterinburg, 19–20 февраля 2020 г.). EDP Sciences, 2020. Vol. 176. P. 02004. EDN RQOWXV.

9. Симонов Г. А., Гайирбегов Д., Федин А. Ферросил повышает продуктивность кур-несушек // Комбикорма. 2015. № 4. С. 62. ISSN 2413-287X.

10. Гайирбегов Д. Ш., Магомедов М. Ш., Симонов Г. А. [и др.] Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 29, № 1 (29). С. 71–74. ISSN 2079-0996.

11. Епифанов В. Г., Зотеев В. С., Симонов Г. А. [и др.] Влияние кормовой добавки «Белкофф-М» на молочную продуктивность голштинизированных первотёлок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 2 (34). С. 93–98. ISSN 2071-9485.

12. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Магомедов М. Ш. [и др.] Комплексная минеральная добавка в рационе лактирующих коров в летний период // Проблемы развития АПК региона. 2014. Т. 18, № 2 (18). С. 58–61. ISSN 2079-0996.

13. Симонов Г. А., Кузнецов В. М., Зотеев В. С. [и др.] Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях // Эффективное животноводство. 2018, № 1 (140). С. 28–29. EDN YPNUPZ.

14. Кутузова А. А., Зотов А. А., Тебердиев Д. М. [и др.] Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе. М. : Изд-во Типография Россельхозакадемии, 2014. 75 с. EDN SXFMJR.

15. Симонов Г. А., Магомедов М., Алигазиева П. Кормление КРС полнорационной смесью эффективнее // Комбикорма. 2013. № 10. С. 63–64. ISSN 2413-287X.

16. Тяпугин Е. А., Симонов Г. А., Магомедов М. Ш. [и др.] Качество молока коров при различных технологиях доения // Проблемы развития АПК региона. 2015. Т. 23, № 3 (23). С. 75–78. ISSN 2079-0996.

17. Федин А., Гайирбегов Д., Симонов Г. Качество яиц кур при различных дозах БАД в комбикормах // Птицеводство. 2011. № 8. С. 26–27. ISSN 0033-3239.

18. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V. [et al.] Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Т. 9, № 1. С. 3837–3841. DOI 10.35940/ijitee.A4884.119119.

19. Симонов Г. А., Гуревич В., Симонов А. Г. Демографические и производственные показатели в сельском хозяйстве // Экономист. 2013. № 4. С. 85–87. ISSN 0869-4672.

20. Симонов Г. А., Симонов А. Г., Половникова Д. Комплексный подход к расселению и определению числа и размера населенных пунктов // Экономист. 2014. № 5. С. 90–95. ISSN 0869-4672.

21. Симонов Г. А., Симонов А. Г., Половникова Д. А. Как эффективно рассчитать экономику населённого пункта на перспективу // Горное сельское хозяйство. 2018. № 1. С. 23–31. ISSN 2410-2911.

22. Вологодская область в цифрах. 2021: крат. стат. сб. // Вологдастат : офиц. сайт. Вологда, 2022. 130 с. URL: https://vologdastat.gks.ru/storage/mediabank/%D0%92%D0%9E%20%D0%B2%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%85%202021(1).pdf (дата обращения: 15.08.2023).

References

1. Maklakhov A. V., Zhivetin V. V., Zadumkin K. A. [i dr.] Sostoyanie i perspektivy razvitiya l'nyanogo kompleksa Vologodskoj oblasti // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2018. № 2. S. 18–22. ISSN 2410-2911.

2. Maklakhov A. V., Zhivetin V. V., Simonov G. A. Nekotorye aspekty modernizacii ekonomiki Nechernozem'ya (na primere Vologodskoj oblasti) // Problemy razvitiya territorii. 2020. № 2 (160). S. 81–94. ISSN 2076-8915. DOI 10.15838/ptd.2020.2.106.6.

3. Maklakhov A. V., Simonov G. A., Zhivetin V. V. Innovaciya ekonomiki Nechernozemnoj zony Rossii // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2020. № 2. S. 7–15. ISSN 2410-2911.

4. Simonov G. A., Maklakhov A. V., Uglin V. K. [i dr.] Innovacionnye tekhnologii proizvodstva sel'skohozyajstvennoj produkcii : monografiya. Vologda : Izd-vo Vologodskij nauchnyj centr Rossijskoj akademii nauk, 2021. 168 s. EDN ZYOFRS.

5. Maklakhov A. V., Simonov G. A., Martsenyuk E. A. Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya APK Vologodskoj oblasti // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2021. № 2. S. 11–17. DOI 10.25691/GSH.2021.2.014.

6. Simonov G. A., Gajirbegov D. Sh., Fedin A. S. Vliyanie preparata krezooferan na energiyu rosta remontnogo molodnyaka kur-nesushek // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2013. № 5 (91). S. 22–23. EDN SFDYWH.

7. Tyapugin E., Simonov G., Gulyaeva M. Opyt vyrashchivaniya remontnyh telok v hozyajstvah Vologodskoj oblasti // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2010. № 3. S. 2–4. ISSN 0026-9034.

8. Simonov G. A., Zoteev V. S., Sadykov M. M. [et al.] Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed // E3S WEB OF CONFERENCES. Cep. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" (Yekaterinburg, 19–20 февраля 2020 г.). EDP Sciences, 2020. Vol. 176. P. 02004. EDN RQOWXV.

9. Simonov G. A., Gajirbegov D., Fedin A. Ferrosil povyshaet produktivnost' kur-nesushek // Kombikorma. 2015. № 4. S. 62. ISSN 2413-287H.

10. Gajirbegov D. Sh., Magomedov M. Sh., Simonov G. A. [i dr.] Himicheskij sostav i energeticheskaya cennost' myasa bychkov v zavisimosti ot tipa kormleniya // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. T. 29, № 1 (29). S. 71–74. ISSN 2079-0996.

11. Epifanov V. G., Zoteev V. S., Simonov G. A. [i dr.] Vliyanie kormovoj dobavki «Belkoff-M» na molochnuyu produktivnost' golshtinizirovannyh pervotyolok // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2014. № 2 (34). S. 93–98. ISSN 2071-9485.

12. Zoteev V. S., Simonov G. A., Magomedov M. Sh. [i dr.] Kompleksnaya mineral'naya dobavka v racione laktiruyushchih korov v letnij period // Problemy razvitiya APK regiona. 2014. T. 18, № 2 (18). S. 58–61. ISSN 2079-0996.

13. Simonov G. A., Kuznetsov V. M., Zoteev V. S. [i dr.] Effektivnoe kormlenie vysokoproduktivnyh molochnyh korov na raznyh fiziologicheskih stadiyah // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2018, № 1 (140). S. 28–29. EDN YPNUPZ.

14. Kutuzova A. A., Zotov A. A., Teberdiev D. M. [i dr.] Prakticheskoe rukovodstvo po resursosberegayushchim tekhnologiyam i priemam uluchsheniya senokosov i pastbishch v Volgo-Vyatskom regione. M. : Izd-vo Tipografiya Rossel'hozakademii, 2014. 75 s. EDN SXFMJR.

15. Simonov G. A., Magomedov M., Aligazieva P. Kormlenie KRS polnoracionnoj smes'yu effektivnee // Kombikorma. 2013. № 10. S. 63–64. ISSN 2413-287H.

16. Tyapugin E. A., Simonov G. A., Magomedov M. Sh. [i dr.] Kachestvo moloka korov pri razlichnyh tekhnologiyah doeniya // Problemy razvitiya APK regiona. 2015. T. 23, № 3 (23). S. 75–78. ISSN 2079-0996.

17. Fedin A., Gajirbegov D., Simonov G. Kachestvo yaic kur pri razlichnyh dozah BAD v kombikormah // Pticevodstvo. 2011. № 8. S. 26–27. ISSN 0033-3239.

18. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V. [et al.] Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. T. 9, № 1. C. 3837–3841. DOI 10.35940/ijitee.A4884.119119.

19. Simonov G. A., Gurevich V., Simonov A. G. Demograficheskie i proizvodstvennye pokazateli v sel'skom hozyajstve // Ekonomist. 2013. № 4. S. 85–87. ISSN 0869-4672.

20. Simonov G. A., Simonov A. G., Polovnikova D. Kompleksnyj podhod k rasseleniyu i opredeleniyu chisla i razmera naselennyh punktov // Ekonomist. 2014. № 5. S. 90–95. ISSN 0869-4672.

21. Simonov G. A., Simonov A. G., Polovnikova D. A. Kak effektivno rasschitat' ekonomiku naselyonnogo punkta na perspektivu // Gornoe sel'skoe hozyajstvo. 2018. № 1. S. 23–31. ISSN 2410-2911.

22. Vologodskaya oblast' v cifrah. 2021: krat. stat. sb. // Vologdastat : ofic. sajt. Vologda, 2022. 130 s. URL: https://vologdastat.gks.ru/storage/mediabank/%D0%92%D0%9E%20%D0%B2%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%85%202021(1).pdf (data obrashcheniya: 15.08.2023).

Сведения об авторах

Алексей Васильевич Маклахов – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры инновационного менеджмента и управления проектами, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», spin-код: 7070-8780.

Геннадий Александрович Симонов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормов и кормления сельскохозяйственных животных, ФГБУН «Вологодский научный центр РАН», Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, spin-код: 3965-1630.

Вячеслав Викторович Приятелев – кандидат исторических наук, доцент, ректор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», spin-код: 3913-5813.

Екатерина Алексеевна Марценюк – начальник отдела макроэкономических исследований и прогнозирования, Комитет по экономической политике и стратегическому планированию Санкт-Петербурга, Maklahowa.k@yandex.ru.

Сергей Геннадиевич Жестянников – Глава Вологодского муниципального округа, jestyannikovsg@volraion.ru.

Information about the authors

Aleksei V. Maklakhov – Doctor of Economics Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Innovation Management and Project Management, Vologda State University, spin-code: 7070-8780.

Gennadiy A. Simonov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Chief Research Officer of the Department of feed and feeding of farm animals, Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming, spin-code: 3965-1630.

Vyacheslav V. Prijatelev – Candidate of Historical Sciences, Docent, Rector, Vologda State University, spin-code: 3913-5813.

Ekaterina A. Martsenyuk – Head of the Department of Macroeconomic Research and Forecasting, Committee on Economic Policy and Strategic Direction of St. Petersburg, Maklahowa.k@yandex.ru.

Sergey G. Zhestyannikov – Head of the Vologda Municipal District, jestyannikovsg@volraion.ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Научная статья
УДК 338.43:004.9
doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.016

ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В АПК

Вера Витальевна Жолудева[1], Виталий Сергеевич Уткин[2]
[1]Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия
[2]Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Ярославский филиал, Ярославль, Россия
[1]zholudeva@yaragrovuz.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659
[2]utkin-vital@yandex.ru

Реферат. В настоящее время уровень развития территории представляет собой многофакторный показатель, который включает в себя ряд статических и динамических элементов. В современных условиях традиционные методы оценки не всегда приспособлены для работы в условиях быстроменяющейся среды, поскольку данные должны обрабатываться в режиме реального времени из-за их быстрого устаревания и невозможности вследствие этого принимать на их основе эффективные управленческие решения. На сегодняшний день развитие агропромышленного комплекса невозможно без использования современных информационных технологий, таких как технологии Big Data.

Ключевые слова: *Big Data, статистика, информация, большие данные, анализ*

APPLICATION OF BIG DATA IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Vera V. Zholudeva[1], Vitaly S. Utkin[2]
[1]Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia
[2]Financial University under the Government of the Russian Federation, Yaroslavl branch, Yaroslavl, Russia
[1]zholudeva@yaragrovuz.ru, ORCID 0000-0001-9194-6659
[2]utkin-vital@yandex.ru

Abstract. Currently, the level of development of the territory is a multifactorial indicator, which includes a number of static and dynamic elements. In present-day conditions traditional assessment methods are not always adapted to work in a rapidly changing environment, since data must be processed in real time due to their rapid deterioration and in consequence the inability to make effective management decisions on their basis. Today, the development of the agro-industrial complex is impossible without the use of modern information technologies, such as Big Data technologies.

Keywords: *Big Data, statistics, information, big data, analysis*

Введение. В последнее десятилетие интерес к теме больших данных и применения технологий Big Data в крупных компаниях в сфере IT, страховом бизнесе, торговле стало стандартом. Это связано с тем, что большие данные значительно ускоряют и делают более точными процесс принятия управленческих решений. Данная тема актуальна в различных её сферах: сбор, хранение больших объёмов информации и использование этой информации. Методология работы с большими данными представлена на рисунке 1.

Под большими данными будем понимать значительное по объёму и разнообразию количество структурированной или неструктурированной информации, а также методы её обработки [1]. Задача больших данных – справиться с огромной скоростью, с которой они создаются, и анализировать их в режиме реального времени.

Цель исследования – анализ использования больших данных в сельском хозяйстве.

Материалы и методы исследования. В работе использованы теоретические методы: изучение литературных источников, анализ статистических данных. Источниками стали труды отечественных и зарубежных учёных, сеть Интернет, данные органов статистики.

Результаты исследования. Впервые термин «большие данные» предложил редактор журнала Nature Клиффорд Линч в спецвыпуске 2008 года. И связано это было с тем, что, по его мне-

Источник: составлено авторами

Рисунок 1 – Методология работы с Big Data

нию, в мире происходил взрывной рост объёмов информации [2]. Анализом больших данных до 2011 года занимались только в рамках научных и статистических исследований. Но в 2014 году на технологии больших данных обратили внимание ведущие мировые вузы, а затем подключились ИТ-корпорации, такие как Microsoft, IBM, Oracle, EMC, а затем и Google, Apple, Facebook и Amazon. Сегодня большие данные используют крупные компании во всех отраслях, а также госорганы.

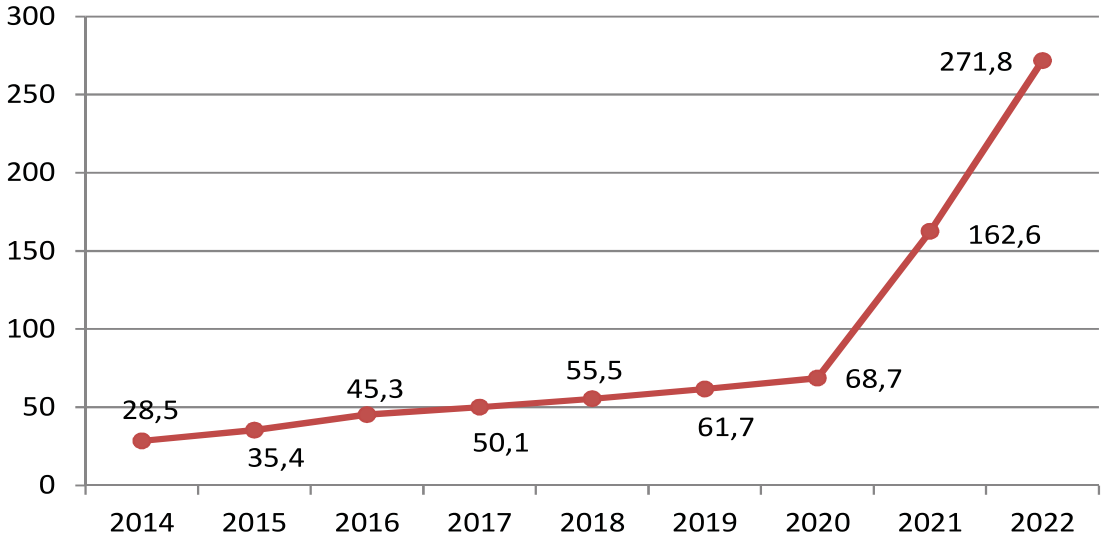
В настоящее время в США с большими данными работает более 55% компаний, в Европе и Азии – около 53%. Только за последние пять лет распространение Big Data в бизнесе выросло в три раза [2].

Согласно данным, представленным на рисунке 2, начиная с 2020 года, объём рынка больших данных увеличивался в среднем вдвое.

Большие данные необходимы, чтобы проанализировать все значимые факторы и принять правильное решение. Первыми большие данные начали использовать в ИТ, телекоме и банках. Именно в этих сферах скапливается большой объём данных о транзакциях, геолокации, поисковых запросах и профилях в Сети. В настоящее время сфера применения больших данных весьма обширна, но можно отметить три основных сектора.

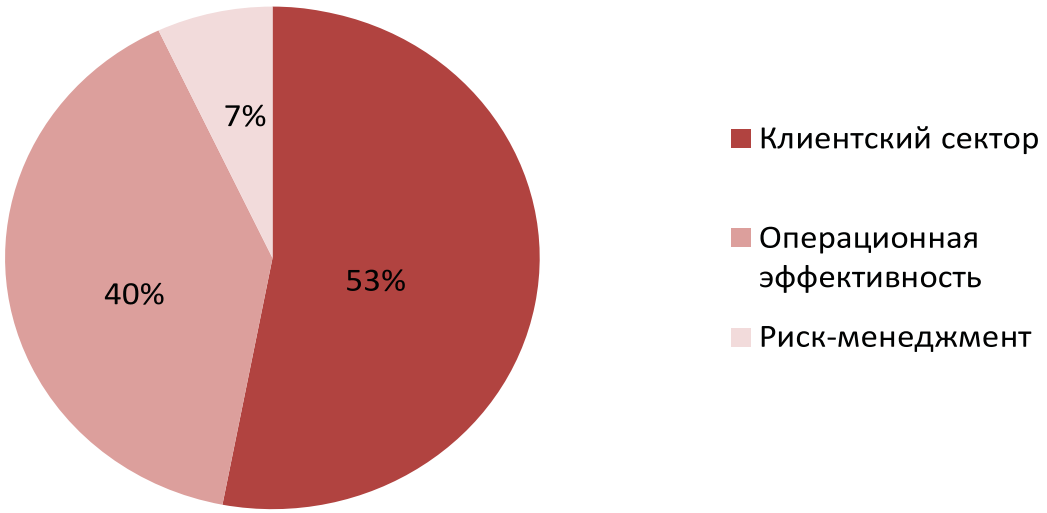
Российский рынок больших данных находится на начальной стадии развития. Основными потребителями технологий больших данных так же, как и основными носителями больших объёмов данных, являются компании в банковском секторе, телекоме и торговле. Для них анализ больших объёмов данных, связанных с анализом платёжеспособности клиентов, потребительским поведением и рыночной конъюнктурой является важнейшим инструментом для поддержания конкурентного преимущества.

Корпорации, которые собирают и анализируют данные в России – это «Яндекс», «Сбер», Mail.ru.



Источник: составлено авторами по материалам аналитического обзора рынка Big Data (https://habr.com/ru/company/moex/blog/256747/) [3]

Рисунок 2 – Объём рынка больших данных в мире, млрд долл. США



Источник: составлено авторами по материалам IBM Institute for Business Value (https://www.osp.ru/netcat_files/18/10/IBManalytics.pdf) [4]

Рисунок 3 – Сфера применения больших данных

Появились специальные инструменты, которые помогают бизнесу собирать и анализировать Big Data, такие как российский сервис Ctrl2GO.

По предварительным данным, объём рынка больших данных в России в 2022 году составил 5,4 млрд долл. США.

Можно выделить следующие технологии Big Data в России [5]:

1) технологии сбора, обработки и анализа больших данных (используют 22,4% предприятий);

2) технологии «Интернет вещей» (13%);

3) технологии искусственного интеллекта (5,4%).

В данной статье акцент сделан на применении технологий больших данных в сельском хозяйстве.

В российском агропромышленном комплексе взят курс на цифровизацию производства и управления. Минсельхоз России разработал проект «Цифровое сельское хозяйство», в котором сформулирована основная задача цифровой трансформации сельского хозяйства. Важную роль в достижении этой цели играют большие данные [6].

Можно выделить следующие задачи, решаемые в сфере применения аналитики больших данных в агробизнесе:

1) прогнозирование урожая сельскохозяйственных культур;

2) прогнозирование заболеваний у сельскохозяйственных животных;

3) контроль потребления корма;

4) оценка уровня спроса, цен на сельскохозяйственные продукты;

5) оценка рисков.

В настоящее время наиболее популярными направлениями в сельском хозяйстве являются:

1) точное сельское хозяйство;

2) «умные» фермы;

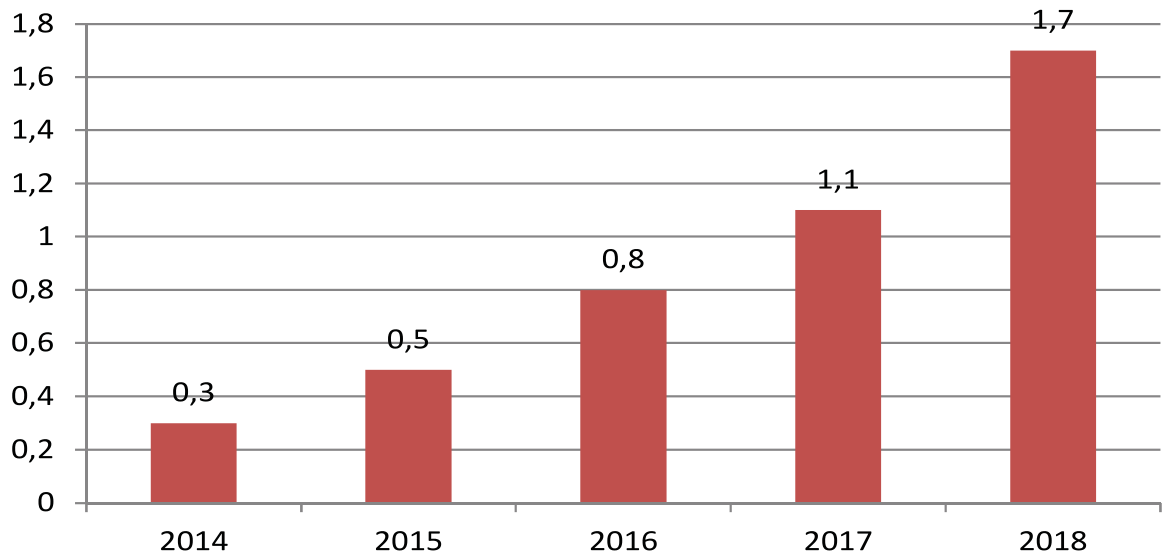
3) «умные» теплицы;

4) использование беспилотных летательных аппаратов;

5) использование беспилотных транспортных средств.

IT-решения из области точного земледелия базируются на анализе больших данных. Специальные метеостанции строят в полях для сбора данных о погоде, которые они передают на IT платформу. Ещё одна из перспективных технологий – это установка датчиков на различных участках поля, анализирующих состояние почвы и растений и передающих данные фермеру в режиме онлайн. При этом некоторые устройства сами на основе анализа собранных больших данных принимают решения: определяют оптимальное время сбора урожая на основе анализа цвета плода и содержания в нём сахара; включают систему полива на основе анализа уровня влажности почвы на конкретном участке поля.

Концепция точного земледелия разработана компанией PwC и подразумевает использование большого числа цифровых решений для управления практически всеми аспектами сельского хозяйства, а именно оптимальное время сбора урожая, уровень света, сила ветра, планирование механизмов полива и удобрения почв. По данным PwC, применение концепции точного земледелия позволит сократить затраты на 10% и на столько же увеличить урожайность [7].



Источник: составлено авторами по материалам аналитического обзора рынка Big Data (https://habr.com/ru/company/moex/blog/256747/) [3]

Рисунок 4 – Объём рынка больших данных в России, млрд долл. США

На «умных» фермах применяется автоматизированный контроль сбора данных по поведению животных, их физиологических характеристиках. Сенсоры помещаются на тело скота, измеряют давление, пульс и температуру животного, и на основе анализа собранных данных подбирают индивидуальный режим питания, обнаруживают больную особь.

Внедрение IT-технологий в животноводстве позволяет снизить затраты на 20% и добиться сокращения гибели скота на 15%. Кроме того, технологии больших данных позволяют на ранних стадиях выявить заболевание скота и другие факторы риска.

В «умных» теплицах с использованием «интернета вещей» анализируют температуру, уровень влажности, проводят оценку выбора стратегии защиты растений от негативных факторов (вредителей, сорняков и т.п.).

Кроме того, сельское хозяйство – это сфера, где активное применение беспилотных транспортных средств максимально эффективно. Дроны способны орошать и засеивать поля с воздуха, делать снимки местности с целью выявления больных растений и вредителей.

Российская компания Cognitive Technologies совместно с компаниями «Ростсельмаш» и КамАЗ разработали программное обеспечение для беспилотного вождения комбайнов. Во время тестовой проверки производительность труда повысилась, качество уборки зерновых культур увеличилось на 30% [8].

Выводы. Использование Big Data является одним из перспективных направлений сельского хозяйства. В сфере агробизнеса существует широкий спектр сфер применения аналитики больших данных.

Управление на предприятиях агропромышленного комплекса на основе больших данных позволяет сократить издержки производства, повысить эффективность большинства процессов и тем самым создать конкурентные преимущества перед предприятиями, не осуществляющими цифровизацию своего производства.

Список источников

1. Большие данные. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Большие_данные#:~:text=Больши́е%20да́нные%20 (дата обращения: 06.07.2023).

2. РБК тренды. URL: https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6c020b9a7947a740fea65c (дата обращения: 06.07.2023).

3. Аналитический обзор рынка Big Data. URL: https://habr.com/ru/company/moex/blog/256747 (дата обращения: 11.07.2023).

4. IBM Institute for Business Value. URL: https://www.osp.ru/netcat_files/18/10/IBManalytics.pdf (дата обращения: 19.07.2023).

5. Заяц О. А., Назарова Ю. Н., Стрижакова Е. А. [и др.] Технологии Big Data в сельском хозяйстве // Фундаментальные исследования. 2022. № 7. С. 35–40. DOI 10.17513/fr.43280.

6. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с. URL: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/ (дата обращения: 19.07.2023).

7. Технологии, которые прокормят человечество. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/6221f6aa9a7947184f151d22 (дата обращения: 19.07.2023).

8. «Ростсельмаш» и Cognitive Technologies впервые в России провели полевые испытания беспилотного комбайна. URL: https://agbz.ru/news/rostselmash--i-CognitiveTechnologies-vpervyie-v-rossii-proveli-polevyie-ispyitaniya-bespilotnogo-kombayna/ (дата обращения: 19.07.2023).

9. Abdelkader A., Hafida A. Predictive Analysis for Big Data: Extension of Classification and Regression Trees Algorithm // International Journal of Computer and Systems Engineering. 2019. Vol. 13, № 8. P. 450–454.

References

1. Bol'shie dannye. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Bol'shie_dannye#:~:text=Bol'shíe%20dánnye%20 (data obrashcheniya: 06.07.2023).

2. RBK trendy. URL: https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6c020b9a7947a740fea65c (data obrashcheniya: 06.07.2023).

3. Analiticheskij obzor rynka Big Data. URL: https://habr.com/ru/company/moex/blog/256747 (data obrashcheniya: 11.07.2023).

4. IBM Institute for Business Value. URL: https://www.osp.ru/netcat_files/18/10/IBManalytics.pdf (data obrashcheniya: 19.07.2023).

5. Zayats O. A., Nazarova Yu. N., Strizhakova E. A. [i dr.] Tekhnologii Big Data v sel'skom hozyajstve // Fundamental'nye issledovaniya. 2022. № 7. S. 35–40. DOI 10.17513/fr.43280.

6. Vedomstvennyj proekt «Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo»: oficial'noe izdanie. M. : FGBNU «Rosinformagrotekh», 2019. 48 s. URL: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/ (data obrashcheniya: 19.07.2023).

7. Tekhnologii, kotorye prokormyat chelovechestvo. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/6221f6aa9a7947184f151d22 (data obrashcheniya: 19.07.2023).

8. «Rostsel'mash» i Cognitive Technologies vpervye v Rossii proveli polevye ispytaniya bespilotnogo kombajna. URL: https://agbz.ru/news/rostselmash--i-CognitiveTechnologies-vpervyie-v-rossii-proveli-polevyie-ispyitaniya-bespilotnogo-kombayna/ (data obrashcheniya: 19.07.2023).

9. Abdelkader A., Hafida A. Predictive Analysis for Big Data: Extension of Classification and Regression Trees Algorithm // International Journal of Computer and Systems Engineering. 2019. Vol. 13, № 8. P. 450–454.

Сведения об авторах

Вера Витальевна Жолудева – кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры электрификации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный аграрный университет», spin-код: 2190-8887.

Виталий Сергеевич Уткин – магистрант, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Ярославский филиал.

Information about the authors

Vera V. Zholudeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Professor of the Department of the of the Department of Electrification, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agrarian University", spin-code: 2190-8887.

Vitaly S. Utkin – second-year Master's student, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian Federation", Yaroslavl branch, utkin-vital@yandex.ru.

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

В
Big Data, 119
А
Агротехника, 14
Анализ, 119
Б
Биоконверсия, 35
Большие данные, 119
В
Внутренний транспорт, 104
Водопоглотительная способность, 92
Вологодская область, 111
Воспроизводительные качества, 64, 74
Г
Голштинская порода, 74
Д
Дистанционность, 69
Дождевание, 29
Ж
Животноводство, 111
З
Зажеребляемость, 64
Залежь, 5
И
Иммунитет, 52
Индекс вязкости, 92
Индекс плодовитости, 64
Интегральные характеристики, 99
Интенсивность развития, 41
Интенсивные и экологические технологии, 22
Инулин, 41
Информация, 119
К
Капельное орошение, 29
Картофель, 29
Качество зерна, 14
Кобылы, 64, 69
Комбинированный агрегат обработки почвы и посева, 84
Кормовая добавка, 41
Кролики, 52
Л
Лактулоза, 41, 52
Лизоцим, 41, 52
Линейный асинхронный двигатель, 99, 104
М
Миостатин, 69
Молочная продуктивность, 74
Монорельсовая транспортная система, 104
Н
Наружный диаметр, 84
Низкие скорости, 99
О
Оптимальное размещение семян в почве, 84
Органическое земледелие, 22
Орошение, 29
П
Пашня, 5
Пейеровы бляшки, 52
Перфорированная труба, 84
Першеронская порода лошадей, 64
Племенная ценность, 74
Показатели плодородия, 5
Полив, 29
Поливные нормы, 29
Полиморфизм, 69
Помеси с голштинами, 35
Попадание драже в отверстие, 84
Поток, 92
Протеин, 35
Р
Развитие, 111
Растениеводство, 111
Расчётная схема, 99
Реакция среды, 5
Реологические свойства, 92
С
Сельское хозяйство, 111
Сельскохозяйственные культуры, 22
Системы удобрения, 5
Скаковая карьера, 69
Скотоводство, 35
Скрещивание, 35
Сорт, 14
Сортоиспытание, 14
Среднерусская пчела, 41
Статистика, 119
Т
Тёлки, 35
Теплицы, 104
Тритикалевая мука, 92
У
Удобрения, 14
Урожайность, 29
Устройство размещения семян, 84
Ф
Функциональный корм, 52
Х
Химус, 52
Ч
Чёрно-пёстрая порода, 35
Чистокровная верховая порода, 69
Э
Экономика, 111
Экономическая и энергетическая эффективность технологий, 22
Элементы питания, 5
Энергия корма, 35
Я
Яйценоскость, 41
Янтарная кислота, 41, 52
Яровая пшеница, 14

Земледелие и растениеводство

А. И. Беленков, В. Н. Мельников, А. А. У. Аль-Гайлани Технология возделывания ячменя в Длительном полевом опыте РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.001)

Ф. А. Киприянов, П. А. Савиных Влияние микронизации на свойства фуражного зерна (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.002)

М. Ю. Иванова, Е. В. Чебыкина, П. А. Котяк Потенциальная засорённость почвы при разных технологиях возделывания культур (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.003)

Н. Ю. Коновалова, С. С. Коновалова Выращивание зерновых культур в смешанных посевах в условиях Европейского Севера России (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.001)

Е. В. Чебыкина, Т. В. Таран, П. А. Котяк, М. А. Казнина Агрохимическая оценка длительного применения соломы и минеральных удобрений на дерново-подзолистой глееватой почве (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.001)

В. В. Ивенин, А. В. Климова, О. В. Ашаева, А. С. Телегин Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Нижегородской области (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.002)

А. М. Труфанов, Я. С. Романина, В. И. Дорохова, А. А. Лобанова Сравнительная эффективность различных по интенсивности технологий возделывания (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.003)

Л. В. Трубачёва, О. И. Власова, Н. С. Коберник Влияние способов полива на урожайность сортов картофеля в условиях зоны неустойчивого увлажнения (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.004)

Биологические ресурсы

А. В. Жигин, Н. К. Юдин, С. А. Кленьшин, Д. К. Кожаева Содержание тихоокеанских устриц и их линейно-массовые характеристики (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.004)

А. В. Давыдов, **Н. А. Моргунов**, **М. К. Чугреев**, **И. С. Ткачева** Северные олени Крайнего Северо-Востока России (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.002)

И. С. Ткачева, М. К. Чугреев Состояние ресурсов зайца-беляка (*Lepus timidus* L.) на территории Тверской области (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.003)

А. В. Давыдов, **Н. А. Моргунов**, **М. К. Чугреев**, **И. С. Ткачева** Северные олени Таймыра (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.001)

Биохимия и физиология

И. Ю. Постраш Содержание некоторых биологически активных веществ в экстрактах кипрея узколистного (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.004)

Ветеринария и зоотехния

Р. В. Тамарова Тенденции развития молочного скотоводства в Ярославской области в условиях рыночной экономики (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.005)

Н. С. Баранова, Г. Е. Хоштария Эффективность применения добавки «МегаБуст Румен» при производстве молока (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.006)

И. Л. Малюгина, М. С. Стефаниди Принадлежность к линиям и семействам лошадей тракененской породы в выездке и их спортивная работоспособность (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.007)

Л. Ю. Пеньков, А. В. Тимаков, Н. Г. Ярлыков Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы Верхневолжского бассейна Ярославской области (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.008)

А. В. Давыдов, **Н. А. Моргунов**, **М. К. Чугреев**, **И. С. Ткачева** Северные олени Охотского региона (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.009)

И. Ф. Горлов, С. А. Суркова, Д. В. Николаев, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, Р. У. Мусаев Эффективность нового кормового экстракта для коров красной степной породы (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.005)
Х. Х. Тагиров, Ф. С. Хазиахметов, И. Ф. Вагапов, В. М. Габидулин Влияние пробиотика «Кормозим-П» на иммунную резистентность крови и интенсивность роста телят молочного периода (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.006)
Е. А. Капитонова, А. Ю. Чирвинский Результаты оценки на соответствие по заявленным показателям добавки сухой ферментной кормовой в различных активностях (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.007)
В. И. Косилов, И. В. Миронова, Г. М. Долженкова, И. М. Хабибуллин, О. В. Алексеев Качество мышечной ткани тёлок разных генотипов (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.008)
Е. А. Горнич, И. С. Ткачева, М. К. Чугреев, А. В. Дурягина Изучение морфологических и биологических признаков медоносных пчёл Ярославской области и отбор племенного материала для репродукции среднерусской породы (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.009)
В. И. Косилов, И. В. Миронова, В. В. Гудыменко, Г. М. Долженкова, Е. П. Миронова Влияние генотипа тёлок на пищевую и энергетическую ценность мышечной ткани (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.002)
А. А. Королев, **Н. С. Баранова**, **И. И. Кузьменков, Д. С. Казаков** Племенная база костромской породы крупного рогатого скота – состояние, проблемы и перспективы (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.003)
О. Ю. Ежова, Л. Н. Бакаева, Ю. Н. Беляцкая Эффективность применения витаминного препарата при выращивании кур промышленного стада (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.004)
В. И. Косилов, И. В. Миронова, **Г. М. Долженкова, Р. М. Хабибуллин, З. А. Галиева** Биоконверсия протеина и энергии корма в мясную продукцию тёлок разного генотипа (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.005)
Е. А. Горнич, М. К. Чугреев, А. В. Коновалов Способ повышения плодовитости пчелиных маток и интенсивности роста пчелиных семей среднерусской породы за счёт применения новой стимулирующей кормовой добавки (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.006)
М. К. Чугреев, М. А. Сенченко, Л. Э. Мельникова, Ю. А. Михайлова Функциональный комбикорм для кроликов с бифидогенным, антиоксидантным и иммуностимулирующим действиями: состав, технология приготовления, апробация (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.007)

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Я. С. Ройтер, В. Ю. Соловьев О получении межлинейных гибридов гусей (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.010)
Г. В. Мкртчян, Ф. Р. Бакай Корреляция между показателями количественных и качественных признаков молочной продуктивности у коров голштинской породы с разным уровнем белка в молоке (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.011)
П. О. Щеголев, К. Д. Сабетова, А. А. Чаицкий, А. Д. Лемякин, Л. С. Баданина Ассоциация гена гормона роста с продуктивными признаками крупного рогатого скота (обзор) (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.010)
Я. С. Ройтер Приёмы повышения выводимости яиц уток при получении мулардов (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.011)
С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Дмитриева Совершенствование селекционно-генетических признаков у птицы яичного кросса Хайсекс Браун (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.012)
О. Н. Ситникова, А. С. Давыдова, Е. Г. Федосенко Особенности поведения одомашниваемых лосей в условиях ОГБУ ГПЗ «Сумароковский» (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.013)
А. Д. Лемякин, А. Н. Тяжченко, К. Д. Сабетова, А. А. Чаицкий, П. О. Щеголев, Л. С. Баданина Генетические маркеры предрасположенности к болезням обмена веществ (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.005)

К. Д. Сабетова, А. А. Чаицкий, А. Д. Лемякин, П. О. Щеголев Продуктивные признаки коров чёрно-пёстрой породы с разными комплексными генотипами по генам GH и TG в условиях племрепродукторов Костромской области (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.006)
С. С. Жаймышева, Т. Г. Герасимова, В. И. Косилов, Л. Н. Бакаева Аллельные варианты гена каппа-казеина у коров голштинской породы (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.007)
С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих вариант полиморфизма T/T гена миостатина (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.008)
С. С. Маркин, С. А. Козлов, С. А. Зиновьева Оценка плодовой карьеры лошадей першеронской породы разной масти (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.008)
С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин Особенности скаковой карьеры кобыл чистокровной верховой породы, имеющих тип полиморфизма гена миостатина C/C (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.009)
Н. С. Фураева, Е. А. Зверева, С. С. Воробьёва, В. П. Финогеев, Н. Г. Подгорнова Влияние генетических факторов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в ООО «Красный маяк» (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.010)

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

В. А. Николаев Время выгрузки и загрузки зерна в универсальную полуавтоматическую роторную сушилку (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.014)
Р. Х. Кандроков, В. А. Кирюшин, Э. О. Герасимова Влияние содержания семян конопли в помольной тритикалево-конопляной зерновой смеси на выход промежуточных продуктов измельчения и муки (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.015)
Д. В. Рудой Теоретические исследования влияния конструкции очёсывающе-обмолачивающего агрегата на энергоёмкость процесса уборки (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.016)
Р. Х. Кандроков, И. У. Кусова, В. А. Кирюшин, И. Н. Кривонос Переработка зерна озимого тритикале в сортовую муку по развитой технологической схеме (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.009)
И. В. Великанова, Е. М. Пучков Формирование системы машин нового поколения для возделывания технической конопли в условиях модернизации отрасли (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.010)
В. А. Николаев, И. В. Кряклина Расчёт возможности оптимального небезударного попадания драже в отверстие перфорированной трубы (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.011)
В. А. Николаев Необходимый момент для вращения внешнего цилиндра и внутреннего цилиндра с зерном при его сушке в универсальной полуавтоматической роторной сушилке (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.012)
В. В. Хрящёв, А. С. Ключников, Н. В. Котов, Р. В. Ларионов Идентификация основных типов кормовых культур и сорняков на изображениях с полей методами искусственного интеллекта (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.013)
А. С. Угловский, И. М. Соцкая, Е. В. Шешунова Моделирование системы очистки ультразвуком фильтра с полимерными фильтрующими элементами (№ 3 (63), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.63.3.014)
В. А. Николаев, И. В. Кряклина Оценка возможности попадания драже в отверстие перфорированной трубы (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.011)
Р. Х. Кандроков, И. У. Кусова, В. А. Кирюшин, И. Н. Кривонос Реологические свойства отдельных потоков тритикалевой муки (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.012)

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

А. П. Епифанов, Д. Б. Криль Методики расчёта интегральных характеристик низкоскоростного линейного асинхронного электропривода (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.013)
А. П. Епифанов, Д. Б. Криль Тяговый модуль с линейным асинхронным электроприводом для внутреннего монорельсового транспорта тепличных хозяйств (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.014)

Экономика

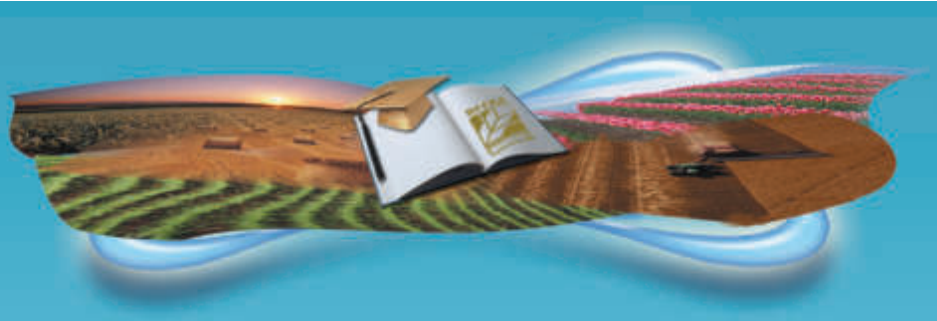
В. В. Жолудева Оценка социально-экономического положения муниципальных районов Ярославской области на основе кластерного анализа (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.012)
А. В. Маклахов, Г. А. Симонов, В. В. Приятелев, Е. А. Марценюк, С. Г. Жестянников Анализ эффективности отрасли растениеводства АПК Вологодской области (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.015)
В. В. Жолудева, В. С. Уткин Применение больших данных в АПК (№ 4 (64), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.64.4.016)

Наука производству

А. В. Маклахов, Г. А. Симонов, Е. А. Марценюк Сельское хозяйство Вологодской области (№ 1 (61), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.013)

Трибуна молодых учёных

О. В. Кудряшова Перспективы оптимизации состава козьего молока для применения в продуктах детского питания (№ 2 (62), 2023 г., doi:10.35694/YARCX.2023.62.2.017)



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
346.	Вестник АПК Верхневолжья	1998-1635	**4.1.1.** Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)	с 01.02.2022
			1.5.20. Биологические ресурсы (биологические науки) **4.2.2.** Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки) **4.2.2.** Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (ветеринарные науки) **4.2.4.** Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки) **4.2.5.** Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки) **4.2.5.** Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки) **4.3.1.** Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) **4.3.2.** Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)	с 29.03.2023

Ссылка на Перечень ВАК (по состоянию на 24.10.2023 года)
https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=21051

Индекс журнала: 80759

Журнал рассылается только по подписке, в розничную продажу не поступает
The journal is sent only on subscription, not on sale