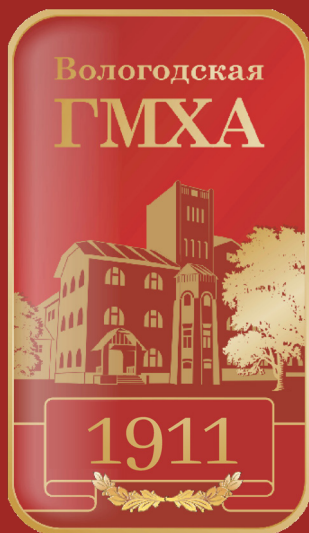




Традиции,

Kareembo,

Genex

№2(62), II кв. 2026

<http://molochnoe.ru/journal>

Молочнохозяйственный вестник

ISSN 2225-4269

Читайте в номере:

- Применение биомодифицированных минеральных удобрений при возделывании столового картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве
- Гистоструктура кожи и ее связь с шерстной продуктивностью у овец кыргызского горного мериноса
- Инновационные технологии и тенденции развития молочной промышленности: обзор автоматизации, биотехнологий и мембранных методов переработки сырья

Сетевой периодический теоретический и научно-практический журнал

Молочнохозяйственный вестник

Учредитель: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Основан в апреле 2011 года
Выходит 4 раза в год

№2(62) II кв. 2026

ISSN 2225-4269

Уважаемые коллеги!

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина» предлагает преподавателям, научным работникам, аспирантам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Молочнохозяйственный вестник».

К публикации в журнале «Молочнохозяйственный вестник» принимаются статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований авторов, являющиеся актуальными на современном этапе научного развития и соответствующие тематике журнала.

Материалы присылаются в редакцию в печатном и электронном виде. Электронный вариант отправляется по электронной почте на адрес редакции журнала (vestnik.molochnoe@yandex.ru), печатный вариант – Почтой РФ (160555, г.Вологда, с.Молочное, ул.Шмидта, 2, отдел науки, главному редактору А.Л. Бирюкову).

Журнал издается с 2011 года. Периодичность выхода: 4 раза в год.

Полнотекстовая версия журнала публикуется в открытом доступе в сети Интернет (<http://molochnoe.ru/journal/>).

Издание «Молочнохозяйственный вестник» включено 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 распоряжением Минобрнауки России от 1 июля 2019 г. № 248-р

Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор объекта DOI

Журнал включен в международную базу данных AGRIS (International Information System for the Agricultural science and technology)

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ): (<http://www.elibrary.ru>).

Публикация статей в журнале бесплатная.

Молочнохозяйственный вестник

№2 (62), 2026

Сетевой периодический теоретический и научно-практический журнал

Издается с 2011 года. Выходит 4 раза в год

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина»

Главный редактор: Усков Владимир Сергеевич, кандидат экономических наук, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Редакционный совет:

Виноградов Дмитрий Валериевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (г. Рязань)

Володина Тамара Ибраевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры химии, агрохимии и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия» (г.Великие Луки)

Гламаздин Игорь Геннадьевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры ветеринарная медицина, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (г.Москва)

Есимбетов Адилбай Тлепович, доктор биологических наук, директор, Нукусский филиал Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий (г.Самарканд, Узбекистан)

Налиухин Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» (Москва)

Новокшанова Алла Львовна, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Москва)

Свириденко Юрий Яковлевич, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, руководитель Центра научно-прикладных исследований в области сыроделия и маслоделия ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (г.Углич)

Титов Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (г.Москва)

Усанова Зоя Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Академик Российской Академии Естествознания, профессор кафедры агробиотехнологий, перерабатывающих производств и семеноводства, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» (г.Тверь)

Чойжилсурэн Нарангэрэл, кандидат технических наук, доцент, директор по научной работе и инновационной деятельности, Технологический институт (Монголия, г. Улан-батор)

Шестаков Владимир Михайлович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоотехнии, Калужский филиал Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А. Тимирязева (г.Калуга)

Редакционная коллегия:

Кузин Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (председатель)

Бильков Валентин Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Ганичева Валентина Вадимовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Гнездилова Анна Ивановна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологического оборудования, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Новикова Татьяна Валентиновна, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры эпизоотологии и микробиологии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Сычева Ирина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (г.Москва)

Рыжаков Альберт Валерьевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры ВНБ, хирургии и акушерства, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Фомина Любовь Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ВНБ, хирургии и акушерства, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Адрес редакции: 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2

Телефон: (8172) 52-53-06

Web (режим доступа): <http://molochnoe.ru/journal>

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

Регистрационные сведения

Журнал «Молочнохозяйственный вестник» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Запись о регистрации СМИ Эл № ФС77-79297 от 02 ноября 2020 г.

Журнал зарегистрирован во ФГУП НТЦ «Информрегистр», номер государственной регистрации 0421200165. Регистрационное свидетельство № 541 от 13 октября 2011 г.

Издание «Молочнохозяйственный вестник» включено 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 распоряжением Минобрнауки России от 1 июля 2019 г. № 248-р

Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор объекта DOI

Журнал включен в международную базу данных AGRIS

(International Information System for the Agricultural science and technology)

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ): (<http://www.elibrary.ru>)

Dairy Farming Journal

№2 (62), 2026

Internet periodical theoretical and practical journal

Issued since 2011. Published 4 times a year.

Originator: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin

Editor in chief: Uskov Vladimir Sergeevich, PhD in Economics, Vologda State Medical and Agricultural Academy

Editorial Board:

Vinogradov Dmitrij Valerievich, Doctor of Science (Biology), Professor, Head of the Agronomy and Agrotechnologies Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev» (Ryazan)

Volodina Tamara Ibraevna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Professor of the Chemistry, Agrochemistry and Agroecology Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Velikiye Luki State Agricultural Academy (Velikiye Luki)

Glamazdin Igor Gennadyevich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Veterinary Medicine Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Moscow State University of Food Production (Moscow)

Esimbetov Adilbay Tilepovich, doctor Doctor of Sciences (Biology), Director, Nukus branch of the Samarkand state university of veterinary medicine, livestock and biotechnologies (Samarkand, Uzbekistan)

Naliuhin Aleksej Nikolaevich, Doctor of Science (Agriculture), Professor, Acting Head of the Agronomic, Biological Chemistry and Radiology Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev» (Moscow)

Novokshanova Alla L'vovna, Doctor of Science (Technology), Leading Researcher of the Food Biotechnologies and Specialized Products Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety» (Moscow)

Sviridenko Yuri Yakovlevich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the head of the Center for applied researches in the field of cheese and butter making the Federal State Budgetary Research Institution the Gorbakov Federal Research Center of Food Systems (Uglich)

Titov Evgeny Ivanovich, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the head of the Technology and Biotechnology of Animal Origin Foods Chair the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Moscow State University of Food Production (Moscow)

Usanova Zoya Ivanovna, Doctor of Science (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Agrobiotechnologies, Processing Industries and Seed Production Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tver State Agricultural Academy» (Tver)

Choijsuren Narangerel, Candidate of Sciences (Technology), PhD, Assistant professor, Director of the Research and Innovation Work, the Institute of Technology, Mongolia (Ulan-bator)

Shestakov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Zootechnics Chair, the Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University of the Timiryazev Agricultural Academy of Moscow (Kaluga)

Editorial Staff:

Kuzin Andrey Alekseevich, Candidate of Sciences (Technics), Professor, Pro-rector on scientific work, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda (Chairman)

Bil'kov Valentin Alekseevich, Doctor of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Animal Breeding and Biology Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Ganicheva Valentina Vadimovna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Professor of the Plant Growing, Soil Cultivation and Agricultural Chemistry Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Professor of the Technological Equipment Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Novikova Tat'yana Valentinovna, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Professor of the Epizootology and Microbiology Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Sycheva Irina Nikolaevna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Chair of special animal husbandry, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow)

Ryzhakov Albert Valer'evich, Doctor of Sciences (Veterinary), Professor, Professor of the Inner None-infectious Diseases, Surgery and Obstetrics Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Fomina Lubov' Leonidovna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor of the Inner None-infectious Diseases, Surgery and Obstetrics Chair, Surgery and Obstetrics Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Editorial office address: 160555, Russia, Vologda, Molochnoe, Smidta St, 2.

Tel.: (8172) 52-53-06

Web (access regime): <http://molochnoe.ru/journal>

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

The journal is registered in the Federal Supervision Service on Information Technologies and Mass Communications, registration number is EI № FS77-79297 is from November 2nd 2020.

The journal is registered in FSEP STC «Informregistr», state registration number is 0421200165. Registration Certificate № 541 is from October 13th 2011.

Under the decision of the Ministry of Education in Russia from July 1st 2019 «Dairy Bulletin» has been included in the List of Peer-Reviewed Scientific Publications (registration number 248-r), where basic scientific results of theses for a Candidate or Doctor Degree should be published.

All journal articles are assigned the digital object identifier DOI

Journal included in the International Information System for the Agricultural science and technology (AGRIS)

Содержание

Content

Демидов Д. В., Федотова Л. С., Чеботарь В. К.

Применение биомодифицированных минеральных удобрений
при возделывании столового картофеля на дерново-подзолистой
супесчаной почве 10

Demidov D. V., Fedotova L. S., Chebotar` V. K.

Application of Biomodified Mineral Fertilizers in the Cultivation of Table
Potatoes on Sod-Podzolic Sandy Loam Soil 28

Маслов К. А., Смирнова Ю. В.

Опыт применения биологического консерванта при силосовании
злаково-бобовых культур 29

Maslov K. A., Smirnova Yu. M.

Experience of using a biological preservative in cereal-legume silage 41

Осмоналиев С. К.

Гистоструктура кожи и ее связь с шерстной продуктивностью у овец
кыргызского горного мериноса 42

Osmonaliev S. K.

Skin Histostructure and its Connection with Wool Production in Kyrgyz
Mountain Merino Sheep 50

Фоменко П. А., Фалалеева Д. Е.

Сравнительный анализ питательных свойств различных категорий
сочных кормов 51

Fomenko P. A., Falaleeva D. E.

Comparative analysis of nutritional properties of different succulent feed
categories 65

Белозерова О. В., Субботинт С. В., Бильков В. А.

Оценка зоотехнической и экономической эффективности применения
добавки «Клювер Про+» в кормлении ремонтных телок 66

Belozerova O. V., Subbotin S. V., Bil'kov V. A.

Evaluation of the zootechnical and economic effectiveness of using the
Kluver Pro+ supplement in feeding replacement heifers 82

Кузнецова М. М.

Первичные результаты изучения биотехнологического потенциала
эпифитных бактерий, выделенных из Anthriscus sylvestris 83

Kuznetsova M. M.	
Initial Results of a Study of the Biotechnological Potential of Epiphytic Bacteria Isolated from Anthriscus Sylvestris	96
Новикова А. В.	
Роль современных технологий нестационарного хранения в производстве растениеводческой продукции	97
Novikova A. V.	
Role of Modern Non-Stationary Technologies in Crop Production	106
Базылев М. В., Левкин Е. А., Ханчина А. Р., Линьков В. В.	
Комплексное совершенствование молочно-товарного скотоводства	107
Bazylev M. V., Levkin E. A., Khanchina A. R., Lin`kov V. V.	
Comprehensive Improvement of Commercial Dairy Cattle Breeding	128
Богатырёва Е. В., Фоменко П. А, Третьяков Е. А., Щекутьева Н. А.	
Сравнительная оценка качества зерносенажа на основе вико-овсяной смеси и пшеницы в условиях Вологодской области	129
Bogatyreva E. V., Fomenko P. A., Tret'yakov E. A., Shchekut'eva N. A.	
Comparative quality assessment of the grain silage based on vetch-oat mixture and wheat in the Vologda region	142
Анисимова Е. И., Кононова Л. В., Сычева О. В.	
Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров симментальской породы отечественной и немецкой селекции в динамике лактаций	143
Anisimova E. I., Kononova L. V., Sycheva O. V.	
Milk yield and reproductive capacity of Simmental cows of domestic and German breedings in their lactation dynamics	153
Нури М. Н., Жарких О. А., Дмитриевская И. И., Усова К. А.	
Органоминеральные комплексы как фактор повышения эффективности питания и качественных показателей сои в условиях северного Афганистана	154
Nuri M. N., Zharkikh O. A., Dmitrevskaya I. I., Usova K. A.	
Organic and mineral complexes as a factor in increasing the nutritional efficiency and quality indicators of soybeans in the conditions of northern Afghanistan	167
Лепилкина О. В., Григорьева А. И.	
Протеомные аспекты созревания твердых и мягких сыров	168

Lepilkina O. V., Grigor'eva A. I.	182
Proteomic Aspects of Hard and Soft Cheese Ripening	
Усков В. С., Борисов З. И.	
Инновационные технологии и тенденции развития молочной промышленности: обзор автоматизации, биотехнологий и мембранных методов переработки сырья	183
Uskov V. S., Borisov Z. I.	
Innovative Technologies and Development Trends in the Dairy Industry: Automation, Biotechnology, and Membrane Methods of Raw Material Processing	192
Шевчук В. Б., Фиалкова Е. А., Славоросова Е. В., Виноградова Ю. В., Голденшлях О. Н.	193
Сравнительный анализ непрерывного и периодического режимов работы электродиализной установки	
Shevchuk V. B., Fialkova E. A., Slavorosova E. V., Vinogradova Yu. V., Goldenshlach O. N.	213
Comparative Analysis of Continuous and Batch Operating Modes of an Electrodialysis Plant	
Щетинина Е. М., Кочеткова А. А., Тармаева И. Ю.	214
Анализ минерального состава смесей для энтерального питания повышенной энергетической ценности	
Shchetinina E. M., Kochetkova A. A., Tarmaeva I. Yu.	223
Analysis of Mineral Composition of Enteral Feeds with Increased Energy Value	
Рефераты	224
Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»	256

Применение биомодифицированных минеральных удобрений при возделывании столового картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве

Демидов Дмитрий Вячеславович, кандидат технических наук, начальник центра инноваций АО «Апатит»

e-mail: DDemidov@phosagro.ru

центра инноваций АО «Апатит»

Федотова Людмила Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник

e-mail: ldfedotova@gmail.com

Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»)

Чеботарь Владимир Кузьмич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией технологии микробных препаратов

e-mail: vladchebotar@arriam.ru

Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ)

Ключевые слова: столовый картофель, биологизированные минеральные удобрения, эндофитные бактерии, ризосферные бактерии, фосфорные удобрения

Аннотация. В 2022-2023 гг. проведены полевые опыты по изучению эффективности биомодификации минеральных удобрений при возделывании столового картофеля. Изучали биологизированные системы питания ($N_{90}P_{90}K_{135}$) на основе следующих фосфорсодержащих удобрений: NP 12:52, NPKS 8:20:30 (2), NPKS 15:15:15 (10) с нанесенными биопрепаратами на основе штаммов ризобактерий *Bacillus velezensis* BS89 и эндофитных бактерий *Bacillus safensis* TS3, *Bacillus subtilis* 8A в соотношении 3:1:1 и общем количестве 100 тыс. КОЕ/г. Результаты опытов показали, что внедрение биологического компонента позволило увеличить урожайность картофеля сорта Удача на 1,3 - 4,7 т/га или 3,3 - 17,2% по отношению к небиологизированным маркам удобрений, обеспечивая высокую товарность клубней в диапазоне 94,8-97,7%. Обнаружено, что биологизация минеральных удобрений позволяет обеспечить повышение качества продукции при интенсивном

возделывании картофеля с применением минеральных удобрений, в том числе хлорсодержащих NPK-удобрений. Выход сухого вещества при введении биологического компонента с 1 гектара увеличился на 9,2 – 26,0%, или на 0,55 – 1,33 т/га; увеличение выхода крахмала составило 0,44 – 1,01 т/га (8,6 – 27,3%); выход витамина С увеличился на 5,5 – 36,4 %.

Введение

Повышение эффективности использования питательных веществ из минеральных удобрений является стратегической задачей растениеводства. Несмотря на то, что за последние 5 лет объем используемых минеральных удобрений вырос на 15 кг (д.в.)/га, баланс питательных веществ в земледелии страны складывается отрицательным. Ежегодно в России под сельскохозяйственные культуры вносится порядка 0,8 млн т P_2O_5 . При дальнейшем росте урожайности сельскохозяйственных культур, вынос фосфора будет увеличиваться до 25 кг/га пашни. Увеличение уровня внесения фосфорных удобрений позволит сократить площади почв с низким и очень низким содержанием подвижного фосфора, повысить окупаемость азотных и калийных удобрений и поднять продуктивность пашни в стране [1, 2].

Картофель — третья по значимости продовольственная культура в мире. В тройку лидеров по производству картофеля входят Китай, Индия и Россия. По оценкам ФАО мировое производство картофеля планируется довести к 2030 г. - до 750 млн т. Картофель – продукт, наиболее востребованный в развивающихся странах, так как является одним из основных дешевых источников энергии. Также эта культура широко используется для формирования кормовой базы в животноводстве. Мировая торговля картофелем в последние годы оценивалась на уровне 12–14 млн т [3].

Уровень потребления картофеля в России снизился до 86 кг/г на душу населения, что на 4 кг ниже рекомендованной Минздравом РФ нормы – 90 кг/г. Россия импортирует в основном семена и ранний картофель из Египта, Белоруссии, Азербайджана. Среднегодовой импорт клубней в РФ оценивается в пределах 200 -500 тыс. т. Большая часть производимого населением картофеля (70–80%) идет на личное потребление. Фермерские хозяйства чаще ориентированы на поставки картофеля в столовые и кафе, поскольку они не могут обеспечить крупные бесперебойные поставки стандартизированной продукции в торговые сети. Поэтому основными поставщиками картофеля супермаркетам являются сельскохозяйственные организации. С 2010 г. в России наблюдается тенденция сокращения посевных площадей под картофелем, в 2021 г. в хозяйствах всех категорий она составила 1,15 млн га. [4].

В соответствии с данными Росстата валовый сбор картофеля за 2024 г. составил 17,83 млн т при посевной площади 1,01 млн га. По состоянию на 2020 г. в мире под картофель было отведено 16,9 млн га с сокращением площадей с 18,1 млн га за 2006–2010 гг., Россия занимает из них 5,9%, а снижение площадей является более быстрым. Такой тренд вызван структурными сдвигами в рационе питания и уменьшением использования картофеля в качестве корма для сельскохозяйственных животных в Восточной Европе.

В хозяйствах с урожайностью более 44 т/га отмечается наименьший уровень производственной себестоимости с рентабельностью на уровне 34,2 %. Рост урожайности приводит к снижению себестоимости производства 1 т картофеля в 2,6 раза и увеличению доходности от реализации продукции на 55,7 % [5].

Таким образом, учитывая специфику картофелеводства, система удобрения картофеля должна строиться таким образом, чтобы обеспечить максимальную урожайность при оптимальном минеральном питании растений с сохранением или снижением существующего уровня трудовых затрат и обеспеченности техническими средствами. Достичь этого можно благодаря оптимизации фона питания, доз и соотношения элементов питания в удобрении, видов и способов их внесения. Сравнительные испытания систем питания картофеля: без удобрений, с хлорсодержащими минеральными, органоминеральными и органическими удобрениями показали, что более высокая стоимость комплексного бесхлорного органо-минерального удобрения, чем хлорсодержащего азотно-фосфорно-калийного удобрения, увеличивало затраты на применение удобрений, а показатели экономической эффективности при использовании этого удобрения, по сравнению с внесением традиционных удобрений в эквивалентных дозах, были ниже. Внесение до посадки хлорсодержащего удобрения повышало прибыль на 540,59 USD/га и рентабельность на 14,88 % [6]. Исходя из этого, можно сделать вывод о преимуществе NPK удобрений с использованием хлорида калия в системе питания картофеля.

Исследованиями по сравнению интенсивной и биологической технологии возделывания картофеля установлено, что биологическая система земледелия позволяет обеспечить стабильную урожайность на уровне 20,5 – 38,3 т/га, а интенсивная технология 28,0 – 55,0 т/га в зависимости от гидротермических условий вегетации [7].

Исследования влияния удобрений на урожайность культур в длительном полевом опыте показали, что с течением времени увеличивается их долевое участие в формировании прибавки урожайности. При этом эффективность систем удобрения менялась в зависимости от доз вносимых минеральных и органических удобрений, уменьшаясь с увеличением доз NPK-удобрений [8, 9].

Таким образом, наилучшим способом повышения урожайности картофеля представляется максимальное использование потенциала системы минерального питания с введением органических удобрений при дальнейшей интенсификации технологии возделывания картофеля.

Влияние разных систем удобрения на количественные показатели различных групп микроорганизмов в прикорневой зоне дерново-подзолистой почвы и в ризосфере картофеля на базе длительного полевого опыта с 1968 г. с минеральной, органической и органо-минеральной системами удобрения показали, что базальное дыхание и дыхательный коэффициент (qCO_2) увеличивались в ряду: без удобрений < NPK < NPK + навоз < навоз. Численность копий генов бактерий, архей и грибов существенно, в 1,5–2,5 раза, повышалась в условиях применения органических удобрений и снижалась в 2–2,5 раза под воздействием NPK. Биомасса прокариот составляла от 1,38 до 5,56 мкг/г почвы, а численность их клеток – от $5,60 \times 10^8$ до $2,37 \times 10^9$ КОЕ/г или около 1×10^{19} КОЕ/га. Система удобрения оказывает ведущую роль в формировании микробиома агродерново-подзолистой почвы, отражаясь практически на всех его характеристиках, как во внекорневой почве, так и в ризосфере сельскохозяйственных растений. Минеральные удобрения, даже в умеренных дозах, уменьшали в почве содержание углерода микробной биомассы, базального дыхания, численности копий генов всех микроорганизмов [10].

Таким образом, в целях поддержания стабильности системы почва–микроорганизмы–растение применяемые дозы минеральных удобрений должны компенсироваться внесением свежего органического вещества или полезных микроорганизмов.

Использование биологических удобрений с составом из 6 штаммов микроорганизмов *Derxia* spp., *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandi*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, обладающих широким спектром действия, на ранних сортах картофеля на черноземе выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом изучалось на сортах картофеля Удача, Брянский деликатес, Ред Скарлетт, Жуковский ранний, Метеор, Ривьера. Установлено, что микробиологическое удобрение обладает широким спектром действия и влияет на рост и развитие растений: повысилось количество стеблей (в среднем по сортам на 32,6%), увеличилась высота растений (на 10,8%) и общая площадь листового аппарата (на 32,9%). В посадках картофеля на 72,2% снизилось развитие альтернариоза. Комплексное влияние препарата сказалось на урожайности ранних сортов картофеля, которая в условиях Белгородской области увеличилась в среднем на 12,3% [11].

Эндوفитные микроорганизмы способны колонизировать внутренние ткани растения, не вызывая при этом его заболеваний, не оказывая

отрицательного влияния на его развитие и представляют практический интерес для применения в качестве биологических препаратов для улучшения питания и защиты растений [12]. Например, в опытах на картофеле в Новосибирской области показано, что применение микробиологического препарата на основе штамма эндофитных бактерий *Paenibacillus xylanexedens* N40, выделенного из клубней картофеля, увеличило урожай клубней сорта Танго на 24,8%, а сорта Редги на 34,7% [13]. В полевых опытах на картофеле в Ленинградской области этот же штамм показал увеличение урожая клубней картофеля сорта Калибр на 12,2%, а сорта Розовый чародей на 19,5%. В полевых опытах на картофеле в Ленинградской области показано, что при применении препаратов на основе штаммов эндофитных бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* P20 и *B. thuringiensis* W65, выделенных из клубней картофеля, продолжительность цветения растений картофеля увеличилась на 8-13 суток по сравнению с контролем, а урожайность клубней картофеля увеличилась на 7,9-14,6 % [14].

Наиболее полный и ценный объем работ по изучению влияния разных биологических удобрений выполнен учеными ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха.

В соответствии с этими работами новые формуляции минеральных удобрений с включением в их состав биопрепаратов способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур (примерно на 10-30%) за счет обогащения корнеобитаемого слоя почвы ризосферными бактериями, выделяющими в процессе своей жизнедеятельности биологически активные вещества – органические кислоты, витамины и фиторегуляторы роста. Эти компоненты усиливают протекание всех этапов метаболизма, укрепляют иммунный статус самого растения и ускоряют развитие растения [15 - 17].

Комбинация биологического и минерального удобрения может быть осуществлена с помощью нанесения методом опудривания гранул минерального удобрения бактериями сорбированными на диатомите, такой способ получения микробного препарата для биологической модификации минеральных удобрений включает смешивание суспензии культуры микроорганизмов с носителем, причем в качестве культуры микроорганизмов используют штамм ризосферных спорообразующих бактерий в виде концентрата бактериальной суспензии с титром не менее 1×10^9 КОЕ/мл, при этом в качестве ризосферных спорообразующих бактерий используют бактерии вида *Bacillus subtilis* и их метаболиты, а в качестве носителя используют природный сорбент на основе кремнийсодержащих пород: диатомит, опока, трепел, цеолит, каолин и другие. [18]

Минеральные удобрения, модифицированные биополимером, например поливиниловым спиртом, также могут позволить получить

повышенную урожайность и качество зерна озимой пшеницы, улучшить агрохимический состав почвы. Обогащение традиционных минеральных удобрений органическими веществами может повысить их эффективность. [19]

Одним из способов повышения эффективности использования удобрений является внедрение полезных микроорганизмов, вносимых в почву или опрыскиванием по растениям 1-4 раза за вегетационный период в дозе 500 - 2000 мл/га с содержанием сельскохозяйственных полезных микроорганизмов 10 - 100 млн КОЕ/мл. Таким образом, общая эффективная доза микроорганизмов обычно варьируется в пределах 5 - 50 млрд КОЕ/га или 0,5 - 5,0 млн КОЕ/м² и может достигать 800 млрд КОЕ/га и более в предельных случаях с многократным внесением, что, как правило, экономически целесообразно для крупномасштабного сельского хозяйства только в случае серьезной деградации почвы.

Неотъемлемым элементом интенсивной сельскохозяйственной агротехнологии является предпосевное внесение фосфорных минеральных удобрений, которое может быть использовано как один из методов доставки полезных сельскохозяйственных микроорганизмов.

На лабораторной базе кафедры неорганической химии и электрохимии РХТУ им. Д.И. Менделеева и ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии в 2022 г. был разработан способ получения биологизированных минеральных удобрений с содержанием живых микроорганизмов в устойчивой споровой форме на уровне жидких форм биологических удобрений применяемых в сельском хозяйстве с учетом различий доз внесения.

Способ нанесения биоконпонентов на поверхность гранулированного фосфорсодержащего удобрения заключается в том, что осуществляют кратковременный контакт гранул минерального удобрения с прилипателем таким образом, чтобы гранулы только одной своей стороной либо частью своей сферы успели покрыться слоем прилипателя. Производят контакт гранул с нанесенным прилипателем с избытком порошка, содержащего споры бактерий [20, 21].

Содержание микроорганизмов в биологизированном минеральном удобрении в количестве 100 тыс. КОЕ/г позволяет обеспечивать внесение на уровне 50 млрд КОЕ/га при максимальных дозах применения фосфорных удобрений до 500 кг/га в соответствии с действующими регламентами применения сложных и комплексных фосфорных удобрений.

Методика исследования

В 2022-2023 гг. было проведено исследование агроэкологической эффективности биологизированных минеральных фосфорсодержащих марок удобрений: NP 12:52, NPKS 8:20:30 (2), NPKS 15:15:15 (10) с биопрепаратами на основе штаммов ризобактерий *Bacillus velezensis* BS89 и эндофит-

ных бактерий *Bacillus subtilis* 8A, *Bacillus safensis* TS3 в соотношении 3:1:1 и общем количестве 100 тыс. КОЕ/г на картофеле на территории экспериментальной опытной базы «Коренёво» ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Люберецкого района Московской области по сравнению с их исходными аналогами. Объектом исследований являлся сорт картофеля Удача.

Посадка картофеля проводилась клоновой сажалкой КСКН-4 – 7 мая 2022 г. и 5 мая 2023 г. в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 x 30 см, густота стояния растений – 44 000 штук/га. Уборка вручную с каждой делянки через 112 дней – 26.08.2022 г. и 24.08.2023 г.

Состав системы питания картофеля по действующем веществу выравнивался по фону $N_{90}P_{90}K_{135}$ с добавлением недостающего количества моноаммоний фосфата NP 12:52, карбамида N 46,2 и хлорида калия KCl, аналогичного по химическому составу в небиологизированных марках из одной партии минеральных удобрений для обеспечения одинаковой концентрации минеральных солей в почве, биологический компонент наносился на гранулы минеральных удобрений следующих марок: NP 12:52, NPKS 8:20:30 (2), NPKS 15:15:15 (10). Биопрепараты на основе штаммов: ризобактерий *Bacillus velezensis* BS89 и эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* 8A, *Bacillus safensis* TS3 в соотношении 3:1:1 и общем количестве 100 тыс. КОЕ/г. Титр микроорганизмов, вносимых со всеми марками биологизированных удобрений, составлял 1,73 млн КОЕ/м².

Площадь опытных делянок в опытах – 25 м², повторность трехкратная, размещение рендомизированное.

Уход за посадками картофеля производился по общепринятой для зоны возделывания схеме: два довсходовых боронования, два после всходов, одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений картофеля проводились обработки ботвы инсектицидами и фунгицидами. Против личинок колорадского жука (препарат «Регент» в дозе 20 г/га) и фитофтороза (препарат «Ридомил Голд» 1,5 кг/га и «Манкоцеб» 1,2 кг/га). В конце вегетации против фитофтороза проводилось опрыскивание посадок фунгицидами («Либертадор» в дозе 1,0 л/га, «Талант» – 2,5 л/га). Посадки картофеля на опыте также обрабатывались гербицидами: до всходов картофеля – гербицидом «Лазурит» (1,5 л/га) + «Рифус» (50 г/га); по всходам – гербицидом «Титус» (50 г/га) + «Тренд 90» (200 г/га).

Оптимальный гидротермический коэффициент для картофеля (ГТК) = 1,4-1,6. Средне многолетнее значение ГТК составляет 1,2-1,3. В ходе опытов ГТК всей вегетации составил 0,93 (засушливый) в 2022 г. и 1,18 (ниже средне многолетнего) в 2023 г.

Всего осадков за вегетационный период 2022 г. выпало 203,5 мм или 78,1% от нормы, в 2023 г. 251 мм или 96,4% от нормы (260,5 мм).

Средняя температура воздуха за вегетационный период 2022 г.

составила 18,4 °С и 17,2 °С в 2023 г., при норме 16,7 °С.

Перед закладкой опыта определяли агрохимические показатели пахотного слоя почвы опытного участка: гумус по Тюрину (ГОСТ 26213-91); P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); pH_{KCl} потенциметрически (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); степень насыщенности почвы основаниями – расчетным способом.

Почва опытного поля в ЭБ «Коренево» характеризовалась как дерново-подзолистая супесчаная, обладала кислой реакцией среды (pH_{KCl} – 4,2-4,4); высоким содержанием подвижного фосфора (358-395 мг/кг почвы) и низким содержанием калия (70-110 мг/кг почвы); относительно низкой гумусированностью (1,9%); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ($S = 2,0$ -2,2 мг-экв/100 г почвы; $V = 32,7$ -34,7).

Полевые деляночные исследования влияния изучаемых агрохимикатов на продуктивность и качество картофеля, фенологические наблюдения за наступлением фаз развития и роста растений картофеля осуществляли в соответствии со стандартными методами. Отмечали наступление следующих фаз развития растений: всходы, бутонизация, цветение и отмирание ботвы.

Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили с каждой повторности, взвешивая фракции отдельно: мелкая фракция – клубни по поперечному диаметру меньше 30 мм; семенная – от 30 до 60 мм по поперечному диаметру; продовольственная – клубни по поперечному диаметру более 60 мм, согласно ГОСТ Р 51808-2001 и ГОСТ 53136-2008.

В убранном картофеле определяли: содержание крахмала весовым методом (ГОСТ 7194-81); содержание сухого вещества весовым методом (ГОСТ 31640-2012); содержание витамина С по И.К. Мурри; содержание нитратов ионоселективным методом (ГОСТ 26951-86); математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову на ПЭВМ с использованием приложения к Excel CXSTAT.

Результаты исследований

Внесение различных форм удобрений положительно влияло на показатели роста и развития растений картофеля (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биологизации минеральных удобрений на биометрические показатели столового картофеля, 2022-2023 гг.

№ пп	Варианты опыта	Био- компонент	Стебли, шт./ куст, 26.08.22 / 26.08.23	Высота, см, 20.07.22 / 20.07.23	Масса ботвы, т/га, 26.08.22/ 26.08.23	Количество клубней, шт./куст, 26.08.22 / 26.08.23
1.0	Без удобрений	Нет	3,5 / 2,3	45 / 41	9,8 / 7,4	13,0 / 12,4
2.1	NP 12:52	Нет	3,6 / 3,6	54 / 54	12,3 / 17,3	13,3 / 14,3
2.2		Да	4,0 / 4,0	54 / 56	14,4 / 17,6	13,5 / 16,6
3.1	NPKS 8:20:30 (2)	Нет	4,0 / 4,0	55 / 55	12,6 / 17,6	14,2 / 15,1
3.2		Да	4,1 / 4,5	58 / 58	13,8 / 17,8	14,0 / 17,1
4.1	NPKS 15:15:15 (10)	Нет	4,1 / 4,1	55 / 55	12,3 / 18,0	13,8 / 16,0
4.2		Да	4,3 / 4,1	63 / 58	14,6 / 18,1	14,5 / 16,7
НСР ₀₅			0,5 / 0,5	5 / 6	0,9 / 1,0	0,7 / 0,8

Добавление биологического компонента оказало достоверное действие на увеличение массы ботвы картофеля в условиях засухи на 1,2-2,3 т/га, а в условиях близких к нормальным в 2023 г. на количество формируемых клубней растения с увеличением на 0,7 – 2,0 шт./куст. Добавление биологического компонента в систему питания картофеля достоверно увеличило количество клубней в варианте 4.2 с NPKS 15:15:15 (10) за 2 года испытаний.

Комплексным показателем, отражающим эффективность минеральных и биологизированных удобрений, является урожайность картофеля (рисунок 1). В засушливых условиях вегетации 2022 г. урожайность колебалась от 21,0 т/га в варианте без удобрений до 25,3-26,7 т/га в вариантах с небиологизированными аналогами и 26,9-31,3 т/га в вариантах с биологическим компонентом; биологическая добавка обеспечила прирост урожайности на уровне 1,6 - 4,6 т/га или 6,3 – 17,2%. В относительно благоприятных условиях вегетации 2023 г. урожайность колебалась от 21,9 т/га в варианте без удобрений до 39,5-45,0 т/га в вариантах с небиологизированными аналогами и 40,8-48,0 т/га в вариантах с биологическим компонентом. Биологическая добавка обеспечила прирост урожайности на уровне 1,3 - 4,7 т/га или 3,3 – 11,8%, соответственно.

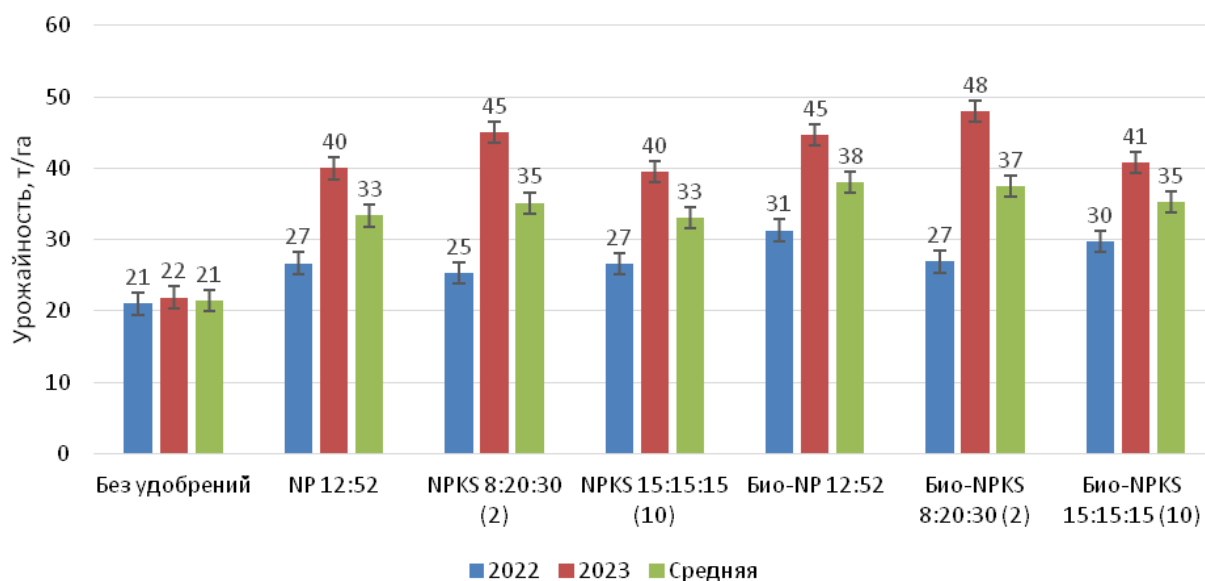


Рисунок 1 – Урожайность столового картофеля сорта Удача в 2022 - 2023 гг.

Высокая товарность урожая (сумма фракций клубней 30 мм и более) наблюдалась для всех вариантов, находясь в диапазоне 90,0-97,7 %, при этом введение биологического компонента увеличило этот показатель на 1,8 – 2,9% в 2022 г. и не оказало значимого действия в 2023 г. (таблица 2).

Таблица 2 – Фракционный состав клубней столового картофеля

№ пп	Варианты	Био- компонент	Количество клубней, шт./1 куст				Масса клубня > 60 мм, г	Масса клубня (30-60 мм), г
			всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм		
2022 г.								
1.0	Без удобрений	Нет	13,0	0,1	8,5	4,4	62	52
2.1	NP 12:52	Нет	13,3	0,9	8,6	3,8	147	54
2.2		Да	13,5	1,1	10,1	2,3	151	55
3.1	NPKS	Нет	14,2	0,2	9,8	4,2	135	54
3.2	8:20:30 (2)	Да	14,0	0,8	10,0	3,2	116	52
4.1	NPKS	Нет	13,8	0,2	10,2	3,4	140	55
4.2	15:15:15(10)	Да	14,5	0,8	10,5	3,2	125	55
HCP ₀₅			0,7	0,2	0,5	-	14	4
2023 г.								
1.0	Без удобрений	Нет	12,4	0,1	10,2	2,1	77	50
2.1	NP 12:52	Нет	14,3	1,4	10,2	2,7	175	67
2.2		Да	16,6	1,3	12,3	3,0	169	67
3.1	NPKS	Нет	15,1	2,5	10,5	2,1	185	57
3.2	8:20:30 (2)	Да	17,1	1,9	12,4	2,8	166	65
4.1	NPKS	Нет	16,0	0,7	12,3	3,0	157	64
4.2	15:15:15(10)	Да	16,7	1,1	12,2	3,4	153	63
HCP ₀₇			0,8	0,3	0,5	-	16	5

Внесение различных форм минеральных удобрений как отдельно, так и в сочетании с биопрепаратами изменило структуру урожая в лучшую сторону. В вариантах с NP 12:52 наблюдалось увеличение количества клубней фракций 30-60 мм и более в сумме на 17,9% и 17,2% за 2022 и 2023 гг., соответственно, без значимых изменений массы клубней; в вариантах с NPKS 8:20:30 (2) наблюдалась тенденция увеличения суммы фракций 30 мм и более на 8% и 10% за 2022 и 2023 гг., а также наблюдалось снижение массы крупных клубней картофеля с увеличением массы мелких клубней (т.е. происходило выравнивание массы клубней фракций 30-60 мм и 60мм и более).

В вариантах с NPKS 15:15:15 (10) достоверно увеличивалось общее количество клубней.

Внесение различных форм минеральных удобрений как отдельно, так и в сочетании с биопрепаратами, по-разному влияло на качество продукции (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели качества клубней картофеля сорта Удача на натуральную влажность, 2022 – 2023 гг.

№ п/п	Варианты	Биокомпонент	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг клубней
1.0	Без удобрений	Нет	21,0 / 18,8	15,3 / 13,2	19,2 / 13,5	42 / 71
2.1	NP 12:52	Нет	20,4 / 19,1	14,7 / 13,3	17,6 / 11,8	80 / 112
2.2		Да	21,3 / 18,5	15,5 / 12,8	19,9 / 11,8	55 / 137
3.1	NPKS 8:20:30 (2)	Нет	19,1 / 17,8	13,3 / 12,0	15,9 / 12,3	83 / 103
3.2		Да	19,6 / 18,5	13,9 / 12,8	19,5 / 12,2	61 / 130
4.1	NPKS 15:15:15 (10)	Нет	20,0 / 17,5	14,2 / 11,8	18,9 / 11,5	95 / 178
4.2		Да	20,6 / 18,6	14,8 / 12,8	19,9 / 12,0	40 / 185
HCP ₀₅			0,7 / 0,7	0,4 / 0,5	1,3 / 1,4	17 / 21

В условиях засушливого 2022 г. введение биологического компонента позволило приблизить качество продукции к варианту без применения удобрений, увеличивая потребительскую ценность продукции через повышение содержания сухого вещества на 0,5-0,9%, крахмала на 0,6-0,8% и витамина С на 1,0-3,6% по сравнению с небиологизированными аналогами. В условиях 2023 г. качество картофеля во всех вариантах отличалось незначительно. Во всех вариантах опыта за 2 года содержание нитратов было значительно

ниже допустимой концентрации (ПДК=250 мг/кг сырых клубней).

Картофель является культурой с глубокой степенью переработки в пищевой промышленности, в связи с этим необходимо учитывать общий выход биологически ценных веществ с единицы площади.

В ходе двухлетних испытаний было обнаружено, что выход сухого вещества при введении биологического компонента с 1 гектара увеличился на 12,4 – 26,0% и 9,2 – 10,1%, составив в абсолютном выражении прибавку на 0,55 – 1,33 т/га и 0,66 – 0,79 т/га в 2022 г. и 2023 г. соответственно. Увеличение выхода крахмала составило 0,44 – 1,01 т/га и 0,44 – 0,68 т/га или 14,2 – 27,3% и 8,6 – 12,9% в 2022 г. и 2023 г. соответственно.

Промышленное производство витамина С из картофеля нецелесообразно, однако этот показатель важен для животноводческой отрасли в целях повышения молокоотдачи крупного рогатого скота, поэтому повышенное содержание витамина С является ценной характеристикой корма для обеспечения здоровья животного. Выход витамина С при введении в систему питания биологического компонента увеличился на 19,1 – 36,4 % и 5,5 – 13,3% в 2022 г. и 2023 г. соответственно.

Заключение

По результатам двухлетнего полевого опыта 2022-2023 гг. установлено, что применение биокомпонентов на основе штаммов бактерий *Bacillus velezensis* BS89, *Bacillus subtilis* 8A, *Bacillus safensis* TS3 в соотношении 3:1:1 и общем количестве 100 тыс. КОЕ/г в сочетании с минеральными удобрениями имело значимый практический результат, и их целесообразно вносить в почву перед посадкой картофеля с целью повышения урожайности культуры, товарности и качества продукции, а также увеличения выхода питательно-ценных компонентов и повышения устойчивости растений к болезням. В более благоприятных условиях 2023 г. биологизированные системы питания позволили получить урожайность свыше 39,5 т/га без изменения общей агротехнологии, а в условиях 2022 г. увеличить урожайность на 6,3 – 17,2 % в зависимости от формы удобрения.

Внедрение биологического компонента позволило увеличить урожайность картофеля на 1,3 – 4,7 т/га или 3,3 – 17,2% соответственно, обеспечивая высокую товарность продукции в диапазоне 94,8-97,7%.

Внесение биологического компонента изменило структуру урожая в лучшую сторону с увеличением количества клубней фракций 30-60 мм и более. В вариантах с NP 12:52 наблюдалось увеличение количества клубней фракций 30-60 мм и более в сумме на 17,2-17,9%, в вариантах с NPKS 8:20:30 (2) наблюдалась тенденция увеличения суммы фракций 30 мм и более на 8-10%, а также наблюдалось выравнивание размеров и массы клубней, в вариантах с NPKS 15:15:15 (10)

достоверно увеличивалось общее количество клубней на 4,4 – 5,1%.

Выход сухого вещества при введении биологического компонента с 1 гектара увеличился на 9,2 – 26,0%, составив в абсолютном выражении прибавку на 0,55 – 1,33 т/га; увеличение выхода крахмала составило 0,44 – 1,01 т/га или 8,6 – 27,3%; выход витамина С при введении в систему питания биологического компонента увеличился на 5,5 – 36,4 %. Во всех вариантах опыта за 2 года содержание нитратов было значительно ниже допустимой концентрации (ПДК=250 мг/кг сырых клубней).

Учитывая, что средние мировые закупочные цены на картофель в июле 2025 г. находятся на уровне 9 973 руб./т, увеличение урожайности картофеля на 1,3 - 4,7 т/га обеспечивает прибыль на уровне 13 – 47 тыс. руб./га. Себестоимость биологизации системы минерального питания картофеля в опытах составила 15 тыс. руб./т, что в дозе 173 кг/га привело к дополнительным затратам в 2,6 тыс. руб./т и обеспечило дополнительную прибыль в 5 – 18 рублей на каждый затраченный рубль без изменения агротехнологии и дополнительных операций по внесению биологического компонента. Таким образом, без внедрения дополнительных технологических операций в технологии возделывания культуры введение биологического компонента потенциально может увеличить валовой сбор продукции на 3,3 – 17,2%, или в объеме посевной площади страны (1,009 млн. га) на 0,6 - 3 млн. т, перекрыв объем импорта и обеспечив возможность экспорта, создав дополнительную ценность урожая в размере 6 – 30 млрд руб., а также рынок для биологических модификаторов удобрений для картофеля в размере 2,6 млрд. руб., а в масштабах общей потребности фосфорных удобрений для всех культур в размере 1,87 млн. т – 28 млрд. руб.

Литература:

1. Сычёв В.Г., Налиухин А.Н. Потребность в минеральных удобрениях с учётом роста урожаев и воспроизводства плодородия почв России. / Сычёв В.Г., Налиухин А.Н. // Плодородие. – 2024. – №4. – С. – 5-10. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.01.
2. Налиухин А.Н., Демидов Д.В. Мировые запасы фосфатных руд и научно обоснованная потребность в фосфорных удобрениях в России// Плодородие. – 2024. – №2. – С. – 46-50. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.12.
3. Карпович Н.В., Макуценя Е.Р. Мировой рынок картофеля и место Беларуси в нем. / Карпович Н.В., Макуценя Е.Р. // Аграрная экономика. – 2022. – № 1 (320). – С. – 3-16. DOI:10.29235/1818-9806-2022-1-3-16
4. Кабунина И.В., Кабунин А.А. Производство картофеля в России и мире. / Кабунина И.В., Кабунин А.А. // Сурский вестник. – 2022.

– № 3 (19). – С. – 71-79. DOI: 10.36461/2619-1202_2022_03_012

5. Бречко Я.Н., Чеплянский А.В., Чеплянская Н.М. Производственно-экономические показатели возделывания картофеля: структурно-динамические изменения и особенности на мировом, субрегиональном и национальном уровнях. / Бречко Я.Н., Чеплянский А.В., Чеплянская Н.М. // Аграрная экономика. – 2022. – № 7 (326). – С. 54-78. DOI: 10.29235/1818-9806-2022-7-54-78

6. Ионас Е.Л. Эффективность различных систем удобрения картофеля. / Ионас Е.Л. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 40-43.

7. Загоруйко М.В., Балабко П.Н., Синих Ю.Н., Гогмачадзе Г.Д. Влияние биологизированной и интенсивной технологии возделывания на урожайность и качество изучаемых сортов картофеля в условиях Московской области. / Загоруйко М.В., Балабко П.Н., Синих Ю.Н., Гогмачадзе Г.Д. // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6 (66). DOI: 10.51419/202146623

8. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы. / Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. // Плодородие. – 2021. – Т. 3. № 120. – С. 93–98. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18

9. Чухина, О.В. Влияние удобрений на вынос элементов питания культурами севооборота в Вологодской области / О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 4 (32). (Электронный журнал) URL: molochnoe.ru/journal. – С. 46-52.

10. Семенов М.В., Ксенофонтова Н.А., Никитин Д.А., Тхакахова А.К., Лукин С.М. Микробиологические показатели дерново-подзолистой почвы и ее ризосферы в полувековом полевом опыте с применением разных систем удобрения. / Семенов М.В., Ксенофонтова Н.А., Никитин Д.А., Тхакахова А.К., Лукин С.М. // Почвоведение. – 2023. – № 6. – С. 715-729. DOI: 10.31857/S0032180X22601220

11. Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Дыйканова М.Е., Денискина Н.Ф., Смуров С.И. Применение микробиологического удобрения в посадках картофеля раннего в условиях Белгородской области. / Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Дыйканова М.Е., Денискина Н.Ф., Смуров С.И. // Картофель и овощи. – 2021. – № 11. – С. 30-33. DOI: 10.25630/PAV.2021.36.43.005

12. Чеботарь В. К., Мальфанова Н. В., Щербаков А. В., Ахтемова Г. А., Борисов А. Ю., Люгтенберг Б., Тихонович И. А. Эндофитные бактерии в микробных препаратах, улучшающих развитие растений. (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. - 2015. -51(3). С. 1-8. DOI: 10.7868/S0555109915030058

13. Chebotar V. K., Zaplatkin A. N., Komarova O. V., Baganova M. E., Chizhevskaya E. P., Polukhin N. I., Balakina S. V. Endophytic bacteria

for development of microbiological preparations for increasing productivity and protection of new potato varieties. // Research on Crops. - 2021. No. 22. P. 104-107. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.025

14. Чеботарь В. К., Заплаткин А. Н., Балакина С. В., Гаджиев Н. М., Лебедева В. А., Хютти А. В., Чижевская Е. П., Филиппова П. С., Келейникова О. В., Баганова М. Е., Пищик В. Н. Урожайность и поражаемость картофеля ризоктониозом и фитофторозом под влиянием эндофитных бактерий *Bacillus thuringiensis* W65 и *Bacillus amyloliquefaciens* P20. // Сельскохозяйственная биология. - 2023. - 58(3). - С. 429-446. doi: 10.15389/agrobiology.2023.3.429rus

15. Федотова Л.С., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Жевора С.В., Шабанов А.Э., Киселев А.И. Применение биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препаратов в картофелеводстве. / Федотова Л.С., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Жевора С.В., Шабанов А.Э., Киселев А.И. // Плодородие. - 2021. - № 5. - С. 71-75. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.18

16. Тимошина Н.А., Князева Е.В., Федотова Л.С., Жевора С.В. Плодородие почвы и продуктивность картофеля на основе сидератов, минеральных удобрений и биологически активных препаратов. / Тимошина Н.А., Князева Е.В., Федотова Л.С., Жевора С.В. // Плодородие. - 2023. - №2 (131). - С.8-13 DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.02

17. Жевора, С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Шабанов А.Э. Продуктивность новых отечественных сортов картофеля на фоне биомодифицированных минеральных удобрений. / Жевора, С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Шабанов А.Э. //Агропромышленные технологии Центральной России. - 2024. - №1 (31). - С.77-84. 10.24888/2541-7835-2024-31-77-84

18. Ариткин А.Г. Патент на изобретение RU 2694570 С1, 16.07.2019. Заявка № 2018119576 от 28.05.2018. Способ получения микробного препарата для биологической модификации минеральных удобрений и способ его применения.

19. Баматов И.М., Перевертин К.А., Абасов Ш.М., Хамурзаев С.М. Влияние биополимерной модификации минеральных удобрений на продуктивность зерна озимой пшеницы и основные элементы плодородия почвы. / Баматов И.М., Перевертин К.А., Абасов Ш.М., Хамурзаев С.М. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2022. - № 6. - С. 39-43. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/6/39-43

20. Демидов Д.В., Ерофеев С.В., Левин Б.В., Почиталкина И.А., Стеркин М.В., Тураев Д.Ю., Чеботарь В.К., Шарапова Н.Р. Патент на изобретение RU 2828467 С1, 14.10.2024. Заявка № 2024104233 от 20.02.2024. Способ нанесения биокомпонентов на поверхность гранулированного моноаммоний фосфата.

21. Демидов Д.В., Ерофеев С.В., Почиталкина И.А., Пэлий А.Ф.,

Стеркин М.В., Тураев Д.Ю., Чеботарь В.К., Шарапова Н.Р. Патент на изобретение RU 2835041 С1, 21.02.2025. Заявка № 2024105732 от 05.03.2024. Способ нанесения биокomпонентов на поверхность гранулированного NPK-удобрения.

References:

1. Sychev V. G., Naliukhin A. N. Need for mineral fertilizers taking into account the growth of crop yields and restoration of soil fertility in Russia. *Plodorodie* [Fertility], 2024, no. 4, pp. 5-10. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.01
2. Naliukhin A. N., Demidov D. V. World reserves of phosphate ores and scientifically substantiated need for phosphorus fertilizers in Russia. *Plodorodie* [Fertility], 2024, no. 2, pp. 46-50. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.12
3. Karpovich N. V., Makutsenya E. R. The world potato market and Belarus's place in it. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics], 2022, no. 1(320), pp. 3-16. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.29235/1818-9806-2022-1-3-16
4. Kabunina I. V., Kabunin A. A. Potato production in Russia and the world. *Surskiy vestnik* [Surskiy Bulletin], 2022, no. 3(19), pp. 71-79. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.36461/2619-1202_2022_03_012
5. Brechko Ya. N., Cheplyanskiy A. V., Cheplyanskaya N. M. Productive-economic indicators of potato cultivation: structural and dynamic changes and features at the global, subregional and national levels. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics], 2022, no. 7(326), pp. 54-78. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.29235/1818-9806-2022-7-54-78
6. Ionas E. L. Efficiency of various potato fertilizing systems. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Belarusian State Agricultural Academy], 2021, no. 4, pp. 40-43. (In Russian) – Text direct
7. Zagoruyko M. V., Balabko P. N., Sinikh Yu. N., Gogmachadze G. D. The influence of biologized and intensive cultivation technology on the yield and quality of the studied potato varieties under the conditions of the Moscow Region. *AgroEkoInfo* [AgroEcoInfo], 2024, no. 6(66). (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.51419/202146623
8. Lukin S. M., Zolkina E. I., Marchuk E. V. The influence of long-term fertilizer application on crop rotation productivity, content and qualitative composition of soil organic matter. *Plodorodie* [Fertility], 2021, vol. 3, no. 120, pp. 93–98. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18
9. Chukhina O. V. The influence of fertilizers on the removal of nutrients by crop rotation crops in the Vologda Region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2018, no. 4 (32), pp. 46-52. Available at: molochnoe.ru.

ru/journal. (In Russian) – Text electronic.

10. Semenov M. V., Ksenofontova N. A., Nikitin D. A., Tkhakakhova A. K., Lukin S. M. Microbiological indicators of sod-podzolic soil and its rhizosphere in half a century of field experience using different fertilizing systems. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2023, no. 6, pp. 715-729. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31857/S0032180X22601220

11. Gasparyan I. N., Levshin A. G., Dyykanova M. E., Deniskina N. F., Smurov S. I. Application of microbiological fertilizer in early potato plantings in the Belgorod Region. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and Vegetables], 2021, no. 11, pp. 30-33. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25630/PAV.2021.36.43.005

12. Chebotar` V. K., Mal`fanova N. V., Shcherbakov A. V., Akhtemova G. A., Borisov A. Yu., Lyugtenberg B., Tikhonovich I. A. Endophytic bacteria in microbial drugs that improve plant development (review). *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* [Applied Biochemistry and Microbiology], 2015, no. 51(3), pp. 1-8. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.7868/S0555109915030058

13. Chebotar` V. K., Zaplatkin A. N., Komarova O. V., Baganova M. E., Chizhevskaya E. P., Polukhin N. I., Balakina S. V. Endophytic bacteria for development of microbiological preparations for increasing productivity and protection of new potato varieties. *Research on Crops*, 2021, no. 22, pp. 104-107. (In English) – Text electronic. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.025

14. Chebotar` V. K., Zaplatkin A. N., Balakina S. V., Gadzhiev N. M., Lebedeva V. A., Khyutti A. V., Chizhevskaya E. P., Filippova P. S., Keleynikova O. V., Baganova M. E., Pishchik V. N. Potato yield and susceptibility to rhizoctonia disease and late blight under the influence of endophytic bacteria *Bacillus thuringiensis* W65 and *Bacillus amyloliquefaciens* P20. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2023, no. 58(3), pp. 429-446. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15389/agrobiology.2023.3.429rus

15. Fedotova L. S., Knyazeva E. V., Timoshina N. A., Zhevora S. V., Shabanov A. E., Kiselev A. I. The use of biomodified mineral fertilizers and biologically active preparations in potato growing. *Plodorodie* [Fertility], 2021, no. 5, pp. 71-75. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.18

16. Timoshina N. A., Knyazeva E. V., Fedotova L. S., Zhevora S. V. Soil fertility and potato productivity based on green manure crops, mineral fertilizers and biologically active preparations. *Plodorodie* [Fertility], 2023, no. 2(131), pp. 8-13 (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.02

17. Zhevora S. V., Fedotova L. S., Timoshina N. A., Knyazeva E. V., Shabanov A. E. Productivity of new domestic potato varieties against

the background of biomodified mineral fertilizers. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noy Rossii* [Agro-Industrial Technologies of Central Russia], 2024, no. 1(31), pp. 77-84. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.24888/2541-7835-2024-31-77-84

18. Aritkin A. G. *Sposob polucheniya mikrobnogo preparata dlya biologicheskoy modifikatsii mineral'nykh udobreniy i sposob ego primeneniya* [Method of Obtaining a Microbial Preparation for Biological Modification of Mineral Fertilizers and its Use Pattern]. Patent RF, no. 2694570 C1, 2019. Application no. 2018119576, dated May 28, 2018. (In Russian) – Text direct

19. Bamatov I. M., Perevertin K. A., Abasov Sh. M., Khamurzaev S. M. The influence of biopolymer modification of mineral fertilizers on the productivity of winter wheat grain and the main elements of soil fertility. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science], 2022, no. 6, pp. 39-43. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/6/39-43

20. Demidov D. V., Erofeev S. V., Levin B. V., Pochitalkina I. A., Sterkin M. V., Turaev D. Yu., Chebotar` V. K., Sharapova N. R. *Sposob naneseniya biokomponentov na poverkhnost' granulirovannogo monoammoniy fosfata* [Method for Applying Biocomponents to the Surface of Granulated Monoammonium Phosphate]. Patent RF, no. 2828467 C1, 2024. Application no. 2024104233, dated February 20, 2024. (In Russian) – Text direct

21. Demidov D. V., Erofeev S. V., Pochitalkina I. A., Peliy A. F., Sterkin M. V., Turaev D. Yu., Chebotar` V. K., Sharapova N. R. *Sposob naneseniya biokomponentov na poverkhnost' granulirovannogo NPK-udobreniya* [Method for Applying Biocomponents to the Surface of Granulated NPK Fertilizer]. Patent RF, no. 2835041 C1, 2025. Application no. 2024105732, dated March 05, 2024. (In Russian) – Text direct

Application of biomodified mineral fertilizers in the cultivation of table potatoes on sod-podzolic sandy loam soil

Demidov Dmitriy Vyacheslavovich, Candidate of Sciences (Engineering), head of the Center for Innovation

e-mail: DDemidov@phosagro.ru

AO (JSC) Apatit

Fedotova Lyudmila Sergeevna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, a chief researcher

e-mail: ldfedotova@gmail.com

A.G. Lorkh Federal Potato Research Centre (Federal State Budgetary Scientific Institution the A.G. Lorkh Federal Potato Research Centre)

Chebotar` Vladimir Kuz`mich, Candidate of Sciences (Biology), head of the Microbial Drugs Technology Laboratory

e-mail: vladchebotar@arriam.ru

All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (FSBCI ARRIAM)

Keywords: table potato, biologized mineral fertilizers, endophytic bacteria, rhizospheric bacteria, phosphate fertilizers

Abstract. In 2022-2023, field experiments have been conducted to study the effectiveness of biomodification of mineral fertilizers in the cultivation of table potatoes.

The biologized nutrition systems ($N_{90}P_{90}K_{135}$) based on the following phosphorus-containing fertilizers: NP 12:52, NPKS 8:20:30 (2), NPKS 15:15:15 (10) with applied biopreparations based on strains of rhizobacteria *Bacillus velezensis* BS89 and endophytic bacteria *Bacillus safensis* TS3, *Bacillus subtilis* 8A in a ratio of 3:1:1 and a total amount of 100 thousand CFU/g have been studied. Experimental results have shown that the application of the biological component allows increasing the yield of the Udacha potato variety by 1.3 - 4.7 t/ha, or 3.3 - 17.2% compared to non-biologized fertilizer brands, providing high marketability of tubers in the range of 94.8-97.7%.

It has been found that the biologization of mineral fertilizers allows improving the quality of products during intensive potato cultivation using mineral fertilizers, including chlorine-containing NPK fertilizers. The yield of dry matter from one hectare has increased by 9.2 - 26.0% or by 0.55 - 1.33 t/ha with the introduction of the biological component, the increase in starch yield has been 0.44 - 1.01 t/ha (8.6 - 27.3%), and the yield of vitamin C has increased by 5.5 - 36.4%.

Опыт применения биологического консерванта при силосовании злаково-бобовых культур

Маслов Кирилл Александрович, аспирант

e-mail: maski00@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Смирнова Юлия Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: julya_smirnova_35@list.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: корма, зеленая масса, силос, консервант, органические кислоты, микотоксины.

Аннотация. В статье рассмотрены результаты применения биологического консерванта «Биотроф®2+» при заготовке силоса из злаково-бобовой травосмеси, разработанного на основе штаммов *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus faecium* и способствующего увеличению численности молочнокислых бактерий в зеленой массе с активизацией процесса молочнокислого брожения и последующим подавлением развития нежелательных маслянокислых и гнилостных микроорганизмов в силосуемой массе. В задачи исследований входила оценка химического состава, питательной ценности и содержания микотоксинов в зеленой массе при закладке, а также в готовом консервированном корме. Исследования проводились в условиях СХПК колхоз «Передовой» Вологодской области.

В результате исследований использование консерванта при заготовке силоса из злаково-бобовых культур положительно повлияло на сохранность энергетической ценности и содержания питательных веществ в силосе. Содержание обменной энергии в готовом корме составило 92% от зеленой массы перед закладкой при незначительных потерях сырого протеина в сухом веществе на 2,1%. Эффективность течения процесса брожения подтверждается высоким содержанием молочной кислоты – 77,3%. В целом, по содержанию органических кис-

лот и величины pH консервированный корм может быть отнесен к I классу качества.

Введение

Неотъемлемым фактором повышения эффективности молочной отрасли является полноценное кормление сельскохозяйственных животных, которое во много зависит от кормовой базы сельхозпредприятий и, в первую очередь, от заготовки высококачественных кормов. Только при этих условиях может быть обеспечено повышение продуктивности животных с последующим снижением себестоимости производимой продукции [1].

В рационе высокопродуктивных коров основную долю составляют сочные корма, среди которых силос занимает центральное место, так как является основным кормом для жвачных животных и при соблюдении всех технологических операций заготовки в процессе консервации зеленой массы хорошо сохраняет питательную ценность растений при низкой себестоимости и удобстве заготовки.

Таким образом, улучшение качества силоса является важным условием для укрепления кормовой базы предприятия в целом [2,4-13], которое во многом определяется составом зелёной массы растений, в том числе видом и ботаническим составом трав, фазы вегетации растений, влажности и химическим составом силосуемой зелёной массы.

В Вологодской области силос заготавливается из многолетних и однолетних культур, и преимущественно из злаково-бобовых травосмесей [3].

Злаково-бобовые травосмеси обладают высокой питательностью и корм заготовленный из таких трав является основным источником протеина и энергии в рационах жвачных животных с минимальными затратами концентрированных кормов. Следует отметить хорошую поедаемость бобовых трав, которые после цветения и плодоношения меньше грубеют, чем злаковые в этих фазах. Бобовые растения имеют способность фиксировать атмосферный азот, что обогащает почву и способствует повышению урожайности других культур.

Однако, несмотря на высокую питательность, необходимо учитывать и риски, связанные с заготовкой зеленой массы. Одним из основных факторов, влияющих на качество силосуемого сырья, является содержание влаги. При силосовании растений избыточной влажности (выше 75%) снижается содержание сухого вещества, происходят потери питательных веществ вместе с выделяющимся соком, кроме того, развивается патогенная микрофлора и загрязнение микотоксинами – продуктами метаболизма плесневых грибов [4,5-13]. В результате в силосуемом корме накапливается много уксусной кислоты, аммиака, появляется масляная кислота, такой силос приобретает резкий кислый

вкус и запах, что значительно снижает его качество и поедаемость животными [5].

Следует отметить, что среди причин, повышающих потери питательных веществ корма при заготовке на долю нарушения сроков уборки кормовых культур приходится 40%, технологического процесса заготовки – около 25%, технологии их хранения и отсутствия консервантов – 33% [6].

И даже при соблюдении технологии заготовления и хранения корма биохимические потери могут составлять 10–25% в зависимости от закладываемого сырья. Использование при заготовке силоса различных консервирующих препаратов и добавок позволяет снизить биохимические потери в 1,5–2 раза и значительно увеличить сохранность питательных веществ. Особенно актуален вопрос использования консервантов при приготовлении силоса из бобовых трав, в которых отмечено высокое содержание протеина и низкое – сахаров [7].

Применение эффективных консервантов с доказанными механизмами действия также предотвращает развитие патогенов – возбудителей инфекционных заболеваний животных и накопления их токсинов.

Для заготовки кормов используют как химические, так и биологические консерванты. К преимуществам химических консервантов можно отнести скорость подкисления силосуемой массы, а также возможность эффективно подкислять корма в неблагоприятных условиях, то есть повышенной влажности зеленой массы (более 75%) и пониженной (менее 35%). Недостатками химических консервантов является их дороговизна, по сравнению с биологическими консервантами, а также неудобство в использовании. При работе с химическими консервантами следует соблюдать повышенную осторожность, так как используемые кислоты являются довольно агрессивными и могут наносить вред здоровью человека и состоянию кормозаготовительной техники. Кроме этого, агрессивное действие органических кислот, входящих в состав химических консервантов, является стрессовым фактором, вследствие которого плесневые грибы активируют синтез микотоксинов в силосе.

Для трудносилосуемых культур, таких как люцерна или козлятник, предпочтительнее использовать химические консерванты, что будет гарантировать безусловное качество заготовленных кормов. Однако вопрос затрат на единицу злаковых сенажа или злакобобовых смесей и кукурузного силоса при схожих показателях сохранности питательных веществ становится решающим при выборе химического или биологического консерванта.

Если доля продаж химических консервантов на рынке несколько десятков лет назад достигала 90%, то с конца 80-х годов прошлого века продажи начали уверенно снижаться в связи с бурным развитием сельскохозяйственной микробиологии (выделяются новые штаммы,

растет культура производства, внедряются инновации) и появлением высокоэффективных биологических заквасок.

Биологические консерванты содержат в себе микроорганизмы, которые при попадании в силосуемое сырье начинают размножаться и выделять молочную, уксусную и другие кислоты. Таким образом, также происходит консервация кислотами корма, но уже натуральными. Биоконсерванты имеют в разы меньшую стоимость, чем химические консерванты, безопасны для людей и оборудования, однако не дают такого мгновенного эффекта как химические консерванты [8].

В связи с этим, в последнее время прослеживается тенденция на экологическое сельское хозяйство и уделяется повышенное внимание совершенствованию способов заготовки объемистых кормов с применением биоконсервантов с целью увеличения его энергетической питательности, максимальной сохранности питательных веществ растительной массы и предотвращения загрязнения микотоксинами [9].

Цель исследований – оценить применение биологического консерванта «Биотроф®2+» при силосовании злаково-бобовой травосмеси по химическому составу, питательной ценности и содержанию микотоксинов.

Материал и методы исследований

Исследования по применению биологического консерванта проводились в производственных условиях СХПК колхоз «Передовой», Вологодской области. Для проведения опыта был заложен гурт объемом 1200 тыс. тонн злаково-бобовой травосмеси, включающей 60% тимopheевки и 40% люцерны с добавлением биологического консерванта «Биотроф®2+».

Биологическая закваска «Биотроф®2+» создана на основе двух штаммов бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus faecium*, которые увеличивают численность молочнокислых бактерий в зелёной массе в момент её закладки, активизируя молочнокислое брожение, и подавляют неблагоприятные бродильные и гнилостные процессы в силосуемой массе. В результате этого, в готовом корме уменьшается количество микотоксинов, а также достигается высокая аэробная стабильность при вскрытии траншеи [10].

При закладке зеленой массы злаково-бобовой травосмеси в траншею скашивание тимopheевки проводилось в фазе молочно-восковой спелости, люцерны в период бутонизации. Заполнение траншей сырьем осуществлялось в течение суток. Перед внесением биоконсерванта окончательным закрытием траншеи были отобраны образцы исходной зеленой массы для анализа химического состава, питательной ценности культур и наличия микотоксинов. Биоконсервант вносили по норме расхода 1 литр препарата на 30 тонн зеленой массы. После этого массу дополнительно уплотняли и укрывали синтетической пленкой,

поверх которой укладывали слой соломы толщиной 50 см.

В зеленой массе определяли содержание кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии, сухого вещества, золы, сырого протеина, клетчатки, жира, БЭВ, крахмала, каротина, макро-и микро-элементов.

Образцы силоса для анализа были взяты через 50 дней после закладки и герметизации гурта (рисунок 1). При анализе силоса помимо компонентов, перечисленных выше оценивались органолептические свойства, pH корма и содержание органических кислот (ГОСТ Р 55986-2022 «Силос и силаж. Общие технические условия»).

Наличие микотоксинов (афлатоксины (B1, B2, G1, G2), охратоксин-A, токсин T-2) в зеленой массе и силосе определяли методом иммуноферментного анализа с использованием тест-систем R-Biopharm RIDASCREEN FAST Aflatoxon SC (R9002).

Исследование изучаемых проб проводилось в лаборатории химического анализа ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН.



Рисунок 1 – Силос, заготовленный с добавлением Биоконсерванта «Биотроф®2+»

Результаты исследований

Питательная ценность и химический состав зелёной массы зависит от ряда факторов: ботанической структуры травостоя, фазы вегетации растений, и агроэкологических условий их произрастания (почва, удобрения, агротехника). Изменение питательности зелёной массы в силосе обусловлено комплексом биохимических и микробиологических процессов, сопровождающих силосование [4,9].

По результатам органолептической оценки готовый силос, характеризовался приятным запахом, желто-зеленым цветом, ненарушенной

структурой и отсутствием видимых признаков порчи. Химический состав и питательность злаково-бобовой травосмеси при закладке и после консервации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и питательность зеленой массы и силоса

Вид корма	Обменная энергия МДж/кг	Сухое вещество, г	Содержится в абсолютно сухом корме, %						Влажность %	pH силоса
			Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	Сахар	БЭВ		
Зеленая масса	11,15	218,7	18,2	2,8	21,4	8,6	8,85	49,2	77,2	–
Силос с консервантом «Биотроф®2+»	10,25	255,0	16,1	5,3	28,6	5,8	1,5	44,2	74,5	4,26

Из таблицы следует, что применение консерванта позволило сохранить содержание обменной энергии в силосе на достаточно высоком уровне (10,25 МДж/кг) с потерями, не превышающими 8,8% с момента закладки зеленой массы. Следует отметить, что с момента закладки зеленой массы до производства консервированного корма сухое вещество увеличивалось на 36,3 г (16,6%), что объясняется предварительным проявлением зеленой массы в валках.

Биологический консервант оказал положительное влияние на содержание сырого протеина в сухом веществе силоса (16,1%) и снижение его концентрации не превышало 2,1%, что было связано с высокой изначальной влажностью сырья (77,2%). В процессе силосования влажность снизилась до уровня 74,5%, соответствующего стандартам качественного силоса. Сахар из зеленой массы (8,85%) в процессе ферментации расходуется на микробиологические процессы и его содержание в готовом корме снизилось на 16,9% от исходного сырья.

Важным условием получения стабильного силоса является обеспечение активного молочнокислого брожения. Поэтому уровень pH и содержание молочной кислоты – важнейшие критерии оценки эффективности силосного консерванта. В силосе из бобовых культур, особенно высокой влажности, недостает углеводов, но в то же время в этом корме много буферных соединений, которые существенно замедляют снижение уровня pH [11].

В исследуемом силосе с использованием консерванта «Биотроф®2+» уровень pH составил 4,26, что способствовало эффективно-му подкислению корма, заготовленного даже из влажного раститель-

ного сырья (77,2%).

Для обеспечения полноценного питания учитывают количество макро- и микроэлементов в силосе, содержание которых зависит от исходного сырья (рисунке 2).

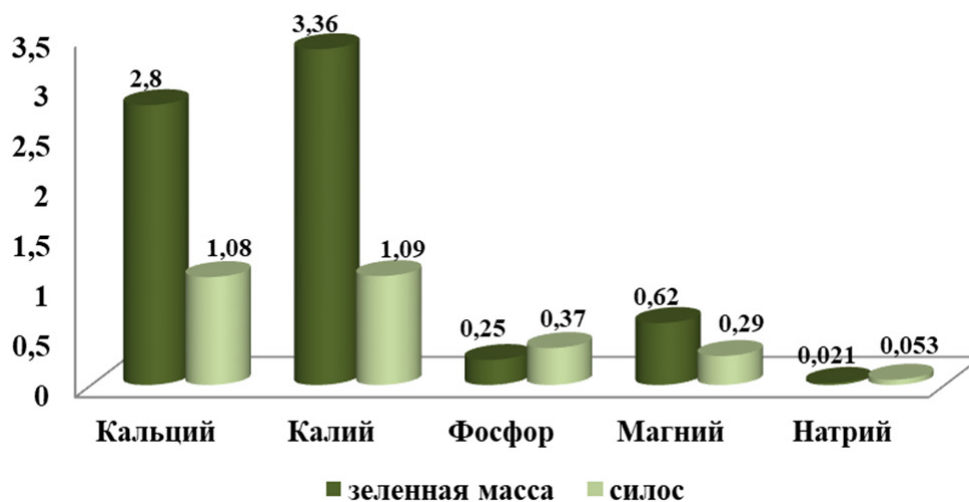


Рисунок 2 – Содержание минеральных элементов зеленой массы и силоса, % от сухого вещества

Кальций и фосфор относятся к числу ключевых минеральных элементов в рационе, поскольку они не только формируют структурную основу костной ткани, но и участвуют в синтезе и транспорте протеинов и липидов, энергетическом обмене, что напрямую влияет на продуктивность животных и качество получаемой продукции.

В зеленой массе злаково-бобовой травосмеси содержание кальция составило 2,8%, фосфора 0,25% от сухого вещества. При консервации корма прослеживается снижение уровня кальция на 1,72%, что может быть связано с тем, что в начале консервации корма протекают процессы брожения с повышением температуры массы, и происходит частичная потеря кальциевых соединений. В свою очередь повышение фосфора на 0,12% может объясняться тем, что он более устойчив к термической обработке, а также в процессе консервации концентрация фосфора может немного увеличиваться в сухом веществе при удалении влаги.

Таким образом, внесение биоконсерванта «Биотроф® 2+» при закладке злаково-бобовой травосмеси положительно повлияло на сохранность энергетической ценности и содержания питательных веществ в силосе.

Силосование является биологическим методом консервирования кормов. В результате сбраживания сахара, имеющегося в силосуемом корме, в нем накапливается молочная и уксусная кислоты. В хорошем силосе молочной кислоты содержится в 2–3 раза больше, чем уксусной.

Кроме молочной кислоты в нем в небольших количествах образуются и другие органические кислоты, которые, как и уксусная, относятся к летучим органическим кислотам.

Главным консервирующим средством в силосе должна быть молочная кислота. Она обладает диетическими свойствами, является более сильной кислотой, чем уксусная, для ее образования требуется меньше сахара, чем для образования уксусной кислоты. Накопление в силосе значительного количества уксусной кислоты – показатель активного развития в нем нежелательного брожения и больших потерь сахара.

Состав и количество органических кислот представлен на рисунке 3.

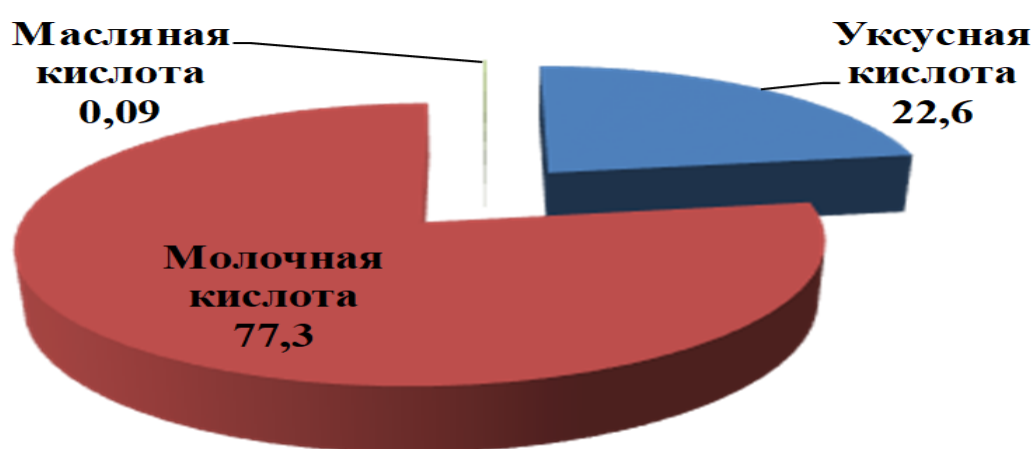


Рисунок 3 – Состав и количество органических кислот, %

В составе кислот (4,140%) доля молочной кислоты составила 3,198%, уксусной – 0,937%, масляной – 0,004% от общего содержания кислот в силосе. Таким образом, на эффективное течение процесса брожения в заготовленном силосе указывает высокое содержание молочной кислоты – 77,3%, что обеспечивает хорошую сохранность силоса и положительно влияет на его органолептические свойства. Наличие незначительной части масляной кислоты в консервированном корме является важнейшим индикатором его качества. В целом, по показателям соотношения летучих жирных кислот и величины pH исследованный силос соответствует требованиям ГОСТа и отнесен к I классу качества.

Часто встречающейся проблемой при заготовке качественного консервированного корма для сельскохозяйственных животных является загрязнение корма вторичными метаболитами плесневых грибов, которые, в свою очередь, могут оказать отрицательное влияние на здоровье и продуктивность животных.

Микотоксины образуются в кормах, как на стадии выращивания кормовых культур, так и в ходе их транспортировки, заготовки и хра-

нения. Клиническим проявлениям микотоксикозов является снижение резистентности организма, нарушение пищеварения, угнетение репродуктивной функции, а случаи острой интоксикации могут приводить к падежу животных.

Результаты определения наличия и степени поражения микотоксинами зелёной массы и силоса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание микотоксинов в кормах (мг/кг сухого вещества)

Токсин	Единица измерений	Содержится в зелёной массе	Содержится в силосе	Российские МДУ микотоксинов для КРС
Сумма афлатоксинов (B1, B2, G1, G2)	мг/кг	0,0027	0,0109	0,100 (0,050*)
Охратоксин-А	мг/кг	0,0052	0,0125	0,100 (0,50*)
Т-2 токсин	мг/кг	Менее 0,02	0,060	0,100

Примечание: *Дойные коровы и телята до 4 месяцев

Афлатоксины – это одна из самых опасных групп ядовитых веществ. Существует 4 основных вида афлатоксинов – B1, B2, G1, G2. Под воздействием афлатоксинов поражается печень, в ней накапливается жир, возникают гиперемия и кровоизлияния, а в почках и сердце – энцефалопатия и отеки. Охратоксин А – микотоксин, наиболее токсичный и распространенный представитель группы охратоксинов, который оказывает нефротоксическое, тератогенное, иммунодепрессивное воздействие. В условиях острого охратоксикоза наблюдаются задержка роста, ухудшение конверсии корма, нефропатия и повышенный падеж. Т-2 токсин оказывает влияние на развитие гастроэнтерита, язвы желудка, кровотечения, некроз кожи, диарея, нарушение деятельности центральной нервной системы (угнетение, возбуждение, парез конечностей) [12].

В исследуемых образцах в процессе консервации содержание суммы афлатоксиснов, охратоксина А и Т-2 токсина незначительно увеличилось и составляло 0,0125 мг/кг, 0,0109 мг/кг и 0,060 мг/кг соответственно, но не превышает предельно допустимую норму.

Таким образом, внесение биологического консерванта «Биотроф®2+» при заготовке силоса из злаково-бобовых трав положительно повлияло сохранность энергетическую ценность и содержание питательных веществ в силосе, а также на ферментативные процессы, что поспособствовало увеличению доли молочной кислоты и ограничило развитие маслянокислого брожения.

Литература:

1. Старцева, Н. В. Эффективность использования основных объемистых кормов в рационах крупного рогатого скота / Н. В. Старцева // Вестник Пермского института ФСИИ России. – 2019. – № 1(32). – С. 94-99.
2. Биоконсервант-рекордсмен Биотроф 2+ / И. Маркман, Г. Лаптев, Е. Йылдырым [и др.] // Животноводство России. – 2019. – № 4. – С. 30-32.
3. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2023 год: ежегодное справочное издание / П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева; Вологодский научный центр Российской академии наук. – Вологда: ВолНЦ РАН, 2024 – 63 с.
4. Биологические консерванты для заготовки объемистых кормов / А. Ю. Марченко, Н. В. Быченко, Н. Н. Забашта, Е. Н. Головкин // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2020. – Т. 9, № 2. – С. 101-105. – DOI 10.34617/gny1-8z25.
5. Симонов, Г.А. Качество и питательность силоса козлятника восточного в зависимости от влажности силосуемой массы / Симонов Г.А., Старковский Б.Н., – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 3 (39). – С. 74–92.
6. Тищенко П. И. Преимущества и недостатки различных технологий заготовки силоса // Эффективное животноводство. – 2018. – № 4 (143). – С. 27-29.
7. Буряков Н. П. Влияние биологических консервантов на кислотность и энергетическую ценность люцернового сенажа / Н. П. Буряков, А. В. Косолапов, П. И. Мезенцев // Главный зоотехник. — 2018. — № 6. — С.24 29.
8. Кухлевская, Ю.Ф. Консерванты кормов: Ключ к рентабельности сельского хозяйства [Электронный ресурс]. / Ю.Ф. Кухлевская - URL: <https://vicgroup.ru/upload/iblock/0d6/0dvrjvxne9bzjjsfydleclubpansazb> (Дата обращения 20.01.2026)
9. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов [Текст] / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский — М.: ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2016. — 212 с.
10. Эффективность биоконсерванта «Биотроф 2+» в условиях Северо-Запада России / Д. А. Ахматчин, С. Н. Биконя, В. В. Солдатова, Г. Ю. Лаптев // Кормопроизводство. - 2020. - № 8. - С. 38-42.
11. Лаптев Г. В. и др. Предотвращаем вторичную ферментацию и аэробную порчу силоса // Животноводство России. – 2024. – № 4. – С. 52-54.
12. Попова С. А., Скопцова Т. И., Лосякова Е. В. Микотоксины в

кормах: причины, последствия, профилактика // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 1. – С. 16-23.

13. Оценка качества кормов, заготовленных с биоконсервантом / С. Н. Биконя, Е. А. Бражник, Г. Ю. Лаптев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. -2023. - № 1. - С. 27-30. - DOI 10.33943/MMS.2023.84.50.006.

References:

1. Startseva N. V. Efficiency of using key bulky feeds in cattle rations. *Vestnik Permskogo instituta FSIN Rossii* [Bulletin of the Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia], 2019, no. 1 (32), pp. 94-99. (In Russian) - Text direct

2. Markman I., Laptev G., Yyldyrym E. Biotroph 2+ as a record-breaking biopreservative. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2019, no. 4, pp. 30-32. (In Russian) - Text direct

3. Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. *Khimicheskiy sostav i pitatel'nost' kormov Vologodskoy oblasti za 2023 god* [Chemical composition and nutritional value of feeds in the Vologda Region for 2023]. Vologda, VolINTs RAN Publ., 2024. 63 p. (In Russian) - Text direct

4. Marchenko A. Yu., Bychenko N. V., Zabashta N. N., Golovko E. N. Biological preservatives for the preparation of bulky feeds. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii* [Proc. of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine]. 2020, vol. 9, no. 2, pp. 101-105. – DOI 10.34617/gny1-8z25. (In Russian) - Text electronic

5. Simonov G. A., Starkovskiy B.N. Quality and nutritional value of eastern goat's rue silage depending on the moisture content of the ensiled mass. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2020, no. 3 (39), pp. 74–92. (In Russian) - Text direct

6. Tishenkov P. I. Advantages and disadvantages of various silage preparation technologies. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Animal Husbandry], 2018, no. 4 (143), pp. 27-29. (In Russian) - Text direct

7. Buryakov N.P., Kosolapov A.V., Mezentsev P.I. Effect of biological preservatives on the acidity and energy value of alfalfa haylage. *Glavnyy zootekhnik* [Chief Livestock Specialist], 2018, no. 6, pp. 24-29. (In Russian) - Text direct

8. Kukhlevskaya Yu. F. *Konservanty kormov: Klyuch k rentabel'nosti sel'skogo khozyaystva* [Feed preservatives: the key to agricultural profitability]. Available at: <https://vicgroup.ru/upload/iblock/0d6/0dvrjvxne9bzjjsfydleclubpansazb> (Accessed 20.01.2026) (In Russian) - Text electronic

9. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichevskiy

A.N. *Prigotovlenie silosa i senazha s primeneniem otechestvennykh biologicheskikh preparatov* [Silage and haylage making based on domestic biological preparations]. Moscow, FGBNU All-Russian Research Institute of Forage named after V.R. Williams Publ., 2016. 212 p. (In Russian) - Text direct

10. Akhmatchin D. A., Bikonya S. N., Soldatova V. V., Laptev G. Yu. Efficiency of Biotrof 2+ biopreservative in the conditions of North-West Russia. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2020, no. 8, pp. 38-42. (In Russian) - Text direct

11. Laptev G. V. Preventing secondary fermentation and aerobic spoilage of silage. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2024, no. 4, pp. 52-54. (In Russian) - Text direct

12. Popova S. A., Skoptsova T. I., Losyakova E. V. Mycotoxins in feeds: causes, consequences and prevention. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Velikiye Luki State Agricultural Academy], 2017, no. 1, pp. 16-23. (In Russian) - Text direct

13. Bikonya S.N., Brazhnik E.A., Laptev G. Yu. Assessment of biopreservative -based feeds quality. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2023, no. 1, pp. 27-30. - DOI 10.33943/MMS.2023.84.50.006. (In Russian) - Text electronic

Experience of using a biological preservative in cereal-legume silage

Maslov Kirill Aleksandrovich, postgraduate student

e-mail: maski00@bk.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Smirnova Yuliya Mikhaylovna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Department of Animal Science and Biology

e-mail: julya_smirnova_35@list.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: feeds, green mass, silage, preservative, organic acids, mycotoxins

Abstract. The article presents the results of applying Biotrof®2+ biological preservative in cereal-legume silage production. The preservative based on *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* strains, increases the number of lactic acid bacteria in the green mass, activates lactic acid fermentation and subsequently suppresses the development of undesirable butyric acid and putrefactive microorganisms in the ensiled mass. The research objectives are assessment of the chemical composition, nutritional value, and mycotoxin amount in the green mass at ensilaging, as well as in the finished preserved feeds. The study has been carried out at the *Peredovoy* collective farm in the Vologda Region.

As follows from the study, the preservative used in cereal-legume silage production has a positive effect on the energy value integrity and nutrient content of the silage. The metabolizable energy content in the finished feeds is 92% of the green mass before ensilaging, with a slight loss of crude protein in dry matter of 2.1%. The efficiency of the fermentation process is confirmed by a high lactic acid content of 77.3%. On the whole, if we take into account the organic acid content and pH level, the preserved feed quality can be classified as Quality Class I.

Гистоструктура кожи и ее связь с шерстной продуктивностью у овец кыргызского горного мериноса

Самир Кушайынович Осмоналиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,

e-mail: samir.osmonaliev@gmail.com

Кыргызский научно-исследовательский институт животноводства и пастбищ

Ключевые слова: кыргызский горный меринос, гистоструктура кожи, фолликулярный аппарат, пилярный слой, ретикулярный слой, вторичные и первичные фолликулы, шерстная продуктивность, селекция овец.

Аннотация. В статье представлены результаты морфометрического исследования гистоструктуры кожи и анализа её взаимосвязи с показателями шерстной продуктивности у овец кыргызского горного мериноса. Целью исследования явилось морфометрическое изучение гистологического строения кожи и определение статистической взаимосвязи морфологических показателей кожи с основными признаками шерстной продуктивности.

Исследования проведены на баранах-производителях, овцематках и ярках кыргызского горного мериноса, разводимых в условиях горных и предгорных зон Кыргызской Республики. Прижизненно отбирали кожные биоптаты с боковой поверхности туловища (область ребра). Определяли общую толщину кожи, толщину пилярного и ретикулярного слоёв, глубину залегания фолликулов, плотность шерстинок и отношение вторичных фолликулов к первичным. Шерстную продуктивность оценивали по длине штапеля, извитости и степени загрязнённости.

Установлено наличие корреляционных связей между морфологическими показателями кожи и признаками шерстной продуктивности, что подтверждает функциональную обусловленность формирования шерстного покрова гистологическим строением кожи. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании селекционно-племенной работы в тонкорунном овцеводстве.

Введение

В тонкорунном овцеводстве уровень и качество шерстной продуктивности в значительной степени определяются морфологическим состоянием кожи и развитием шерстеобразующих структур. Кожа овец представляет собой сложный многофункциональный орган, обеспечивающий не только защитные функции, но и формирование волосяного покрова, количественные и качественные характеристики которого имеют важное хозяйственное значение [1].

Известно, что такие морфологические показатели кожи, как её общая толщина, соотношение пилярного и ретикулярного слоёв, глубина залегания волосяных фолликулов, их плотность и соотношение первичных и вторичных фолликулов, оказывают непосредственное влияние на формирование шерстного покрова. Особое значение при этом имеет отношение вторичных фолликулов к первичным, которое рассматривается как один из ключевых индикаторов тонкорунной направленности и стабильности породных признаков.

Степень выраженности взаимосвязей между гистологическими показателями кожи и шерстной продуктивностью может существенно варьировать в зависимости от породной принадлежности, условий содержания и направленности селекционной работы [2, 3]. Для пород, формировавшихся в условиях экстенсивного пастбищного содержания, важным является сочетание высокой шерстной продуктивности с адаптивной устойчивостью к природно-климатическим факторам.

Кыргызский горный меринос относится к числу ценных тонкорунных пород, созданных и разводимых в условиях горных и предгорных зон Кыргызской Республики. Эти условия обусловили формирование у породы специфических адаптивных особенностей, отражающихся не только в продуктивности, но и в морфологическом строении кожи и фолликулярного аппарата. Вместе с тем, данные о гистоструктуре кожи и её связи с шерстной продуктивностью у кыргызского горного мериноса остаются ограниченными [4, 5, 6].

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось морфометрическое изучение гистоструктуры кожи овец кыргызского горного мериноса и определение корреляционной взаимосвязи морфологических показателей кожи с основными признаками шерстной продуктивности.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2022–2023 гг. на базе племенного хозяйства, специализирующегося на разведении овец породы кыргызский горный меринос в условиях горных и предгорных зон Кыргызской Республики.

В гистологических исследованиях участвовали бараны-производители ($n = 30$), овцематки ($n = 25$) и ярки 16-месячного

возраста ($n = 30$), отобранные по принципу типичности для породы. Морфометрические показатели кожи определяли у животных всех указанных групп. Корреляционный анализ взаимосвязи гистологических и шерстных признаков выполняли у ярок ($n = 30$), для которых дополнительно оценивали показатели шерстной продуктивности [7, 8].

Для изучения гистоструктуры кожи прижизненно отбирали кожные биоптаты с боковой поверхности туловища (область 9–10-го ребра), являющейся репрезентативной зоной для морфологических исследований у тонкорунных овец. Образцы фиксировали в 10%-ном нейтральном растворе формалина в течение 24 часов, проводили стандартную гистологическую обработку и заливали в парафин. Изготавливали серийные срезы толщиной 5–7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином.

Микроскопический анализ осуществляли при увеличении $\times 100$ и $\times 400$. Определяли общую толщину кожи, толщину пилярного и ретикулярного слоёв, глубину залегания волосяных фолликулов, плотность шерстинок на 1 мм^2 кожи и отношение вторичных фолликулов к первичным [9, 10, 11]. Измерения проводили не менее чем в 5 полях зрения с последующим вычислением средних значений.

Показатели шерстной продуктивности у ярок оценивали по длине шерсти при бонитировке, длине состриженного штапеля, количеству извитков на 1 см длины штапеля и доле наружной загрязнённой зоны.

Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики с расчётом средних значений (M), стандартной ошибки ($\pm m$) и коэффициента вариации (CV , %). Взаимосвязь между морфологическими и шерстными показателями оценивали с использованием коэффициента корреляции Пирсона (r). Достоверность корреляций определяли при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Гистоструктура кожи

Анализ гистоструктуры кожи показал, что морфологические параметры кожи овец кыргызского горного мериноса обеспечивают формирование шерстного покрова, представляющего интерес с точки зрения селекционной оценки (таблица 1). Средняя общая толщина кожи составила 2380 мкм, что свидетельствует о хорошем развитии дермальных структур.

Толщина пилярного слоя в среднем достигала 1196 мкм, ретикулярного - 1078 мкм. Близкие значения этих показателей указывают на сбалансированное развитие поверхностных и глубоких слоёв дермы, что создаёт благоприятные условия для функционирования волосяных фолликулов. Глубина залегания фолликулов составила в среднем 1024 мкм, что соответствует характеристикам тонкорунных пород.

Таблица 1 – Гистоструктура кожи у овец кыргызского горного мериноса

Показатели	Единицы измерения	Среднее значение
Общая толщина кожи	мкм	2380 ± 170
Толщина пилярного слоя	мкм	1196 ± 102
Толщина ретикулярного слоя	мкм	1078 ± 97
Глубина залегания фолликулов	мкм	1024 ± 93

Фолликулярный аппарат

Состояние фолликулярного аппарата характеризовалось достаточно высокой плотностью шерстинок на единицу площади кожи (таблица 2). Наибольшие значения отмечены у баранов-производителей, что может быть связано с результатами направленного племенного отбора. У овцематок и ярок показатели были несколько ниже, однако оставались в пределах, характерных для тонкорунных пород.

Отношение вторичных фолликулов к первичным во всех группах сохранялось стабильно высоким (12,1–13,7), что отражает генетически обусловленную тонкорунную направленность кыргызского горного мериноса и устойчивость породных признаков.

Таблица 2 – Фолликулярный аппарат кожи у овец различных половозрастных групп

Группа животных	Число шерстинок, шт/мм ²	Отношение вторичных к первичным
Бараны-производители	69,2 ± 1,31	13,7 ± 0,44
Овцематки	56,0 ± 0,74	12,1 ± 0,22
Ярки (16 мес.)	58,5 ± 0,87	12,4 ± 0,31

Шерстная продуктивность

Показатели шерстного покрова у ярок соответствовали требованиям тонкорунного овцеводства и характеризовались умеренной изменчивостью (таблица 3). Средняя длина шерсти при бонитировке составила 9,19 см, длина состриженного штапеля - 8,25 см. Извитость шерсти была выражена достаточно чётко.

Коэффициенты вариации находились в пределах 8,4-18,5 %, что указывает на наличие селекционного резерва при сохранении относительной однородности поголовья.

Таблица 3 – Показатели шерстного покрова у ярок кыргызского горного мериноса

Показатели	Ед. изм.	Среднее значение	CV, %
Длина шерсти при бонитировке	см	9,19 ± 0,07	8,4
Длина состриженного штапеля	см	8,25 ± 0,08	11,5
Извитость (на 1 см)	шт	6,94 ± 0,11	18,5
Загрязнённая зона	%	52,2 ± 0,72	16,8

Связь гистоструктуры кожи с шерстными признаками у ярок кыргызского горного мериноса. Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между гистологическими показателями кожи и шерстными признаками. Следует отметить, что выявленные корреляционные связи формируются на фоне сбалансированного развития дермальных слоёв кожи. При близких значениях толщины пилярного и ретикулярного слоёв создаются благоприятные условия для функционирования фолликулярного аппарата, что способствует сохранению стабильно высокого отношения вторичных фолликулов к первичным [12, 13]. В свою очередь, именно высокая насыщенность кожи вторичными фолликулами определяет повышенную извитость шерсти и её структурную однородность. Достаточная глубина залегания волосяных фолликулов обеспечивает устойчивость процессов шерстообразования, что отражается в положительной связи морфологических показателей кожи с длиной штапеля и извитостью шерсти [14]. Таким образом, параметры гистоструктуры кожи опосредованно влияют на формирование качественных показателей шерстного покрова через состояние фолликулярного аппарата (таблица 4). Толщина пилярного и ретикулярного слоёв положительно коррелировала с длиной штапеля. Плотность шерстинок была связана как с длиной штапеля, так и с извитостью шерсти.

Наиболее выраженной оказалась связь отношения вторичных фолликулов к первичным с извитостью шерсти, что подчёркивает селекционную значимость данного показателя при оценке качества шерстного покрова.

Таблица 4 – Корреляционная связь гистологических и шерстных показателей у ярок кыргызского горного мериноса (n = 30)

Гистологические показатели	Длина штапеля	Извитость
Толщина пилярного слоя	0,41	0,36
Толщина ретикулярного слоя	0,47	0,39
Число шерстинок на 1 мм ²	0,44	0,42
Отношение вторичных к первичным	0,38	0,46

Примечание: коэффициенты корреляции достоверны при $p \leq 0,05$.

Выводы

Кожа овец кыргызского горного мериноса характеризуется хорошо развитой гистоструктурой, обеспечивающей формирование качественного шерстного покрова.

Соотношение пилярного и ретикулярного слоёв и глубина залегания фолликулов свидетельствуют о сбалансированном развитии дермальных структур.

Фолликулярный аппарат отличается высоким отношением вторичных фолликулов к первичным (12,1–13,7), отражающим выраженную

тонкорунную направленность породы.

Шерстные показатели у ярок характеризуются умеренной изменчивостью, что указывает на наличие селекционного резерва.

Выявленные корреляционные связи подтверждают функциональную обусловленность шерстной продуктивности морфологическим строением кожи.

Гистологические показатели кожи могут рассматриваться как дополнительные морфологические критерии при селекционной оценке овец кыргызского горного мериноса.

Практические предложения

При селекционно-племенной работе целесообразно учитывать гистологические показатели кожи и параметры фолликулярного аппарата как дополнительные критерии оценки животных.

Особое внимание следует уделять сохранению высокого отношения вторичных фолликулов к первичным как морфологического индикатора тонкорунности.

Отбор ремонтного молодняка рекомендуется проводить с учётом комплекса шерстных показателей и состояния кожи.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке региональных программ совершенствования тонкорунного овцеводства.

Литература:

1. Ерохин А.И. Селекция овец по качеству шерсти. М.: Россельхозакадемия, 2004. 298 с.
2. Кожевников А.П. Морфологические основы шерстообразования у овец // Зоотехния. 2009. № 4. С. 18–21.
3. Серебряков А.С., Иванов И.В. Гистологические показатели кожи овец и их связь с шерстной продуктивностью // Овцеводство. 2012. № 2. С. 24–27.
4. Абдыразаков Т.А. Продуктивные и адаптивные особенности кыргызского горного мериноса // Вестник аграрной науки Кыргызстана. 2016. № 3. С. 45–49.
5. Чортонбаев Т.Дж. Селекционно-племенная работа в овцеводстве Кыргызстана. Бишкек: Илим, 2018. 212 с.
6. McGregor B.A. Relationship between skin follicle characteristics and wool production traits in fine-wool sheep // Small Ruminant Research. 2017. Vol. 154. P. 34–41.
7. Mortimer S.I., Hatcher S., Fogarty N.M. Genetic parameters for wool and skin traits in Merino sheep // Journal of Animal Science. 2017. Vol. 95(10). P. 4260–4273.
8. Liu J., Li X., Zhang Y. Histomorphological characteristics of skin and their association with wool traits in fine-wool sheep // Animals. 2019.

Vol. 9(11). P. 921.

9. Wang H., Zhou H., Hickford J. G. H. Association between follicle density and wool fiber characteristics in Merino sheep // *Animals*. 2020. Vol. 10(3). P. 453.

10. Smith J.L., Brown D.J. Skin structure and follicle development in relation to wool production efficiency // *Animal Production Science*. 2021. Vol. 61(5). P. 487–495.

11. Zhang L., Zhao M., Wang X. Morphological predictors of wool quality in fine-wool sheep breeds // *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. P. 845672.

12. FAO. Sustainable fine-wool production and genetic improvement strategies. Rome: FAO, 2021. 124 p.

13. Li Y., Chen S., Zhang R. Follicular density and secondary to primary follicle ratio as indicators of wool fineness // *Small Ruminant Research*. 2023. Vol. 224. P. 106884.

14. Kumar R., Singh V., Sharma A. Advances in skin histomorphology and wool trait correlations in sheep: a review // *Veterinary Sciences*. 2024. Vol. 11(2). P. 115.

References:

1. Erokhin A. I. *Selektsiya ovets po kachestvu shersti* [Breeding of Sheep for Wool Quality]. Moscow, Russian Agricultural Academy Publ., 2004. 298 p. (In Russian) – Text direct

2. Kozhevnikov A. P. Morphological foundations of wool formation in sheep. *Zootekhnika* [Animal Science], 2009, no. 4, pp. 18–21. (In Russian) – Text direct

3. Serebryakov A. S., Ivanov I. V. Histological indices of sheep skin and their relationship with wool production. *Ovtsevodstvo* [Sheep Breeding], 2012, no. 2, pp. 24–27. (In Russian) – Text direct

4. Abdyrazakov T. A. Productive and adaptive features of the Kyrgyz Mountain Merino. *Vestnik agrarnoy nauki Kyrgyzstana* [Bulletin of Agrarian Science of Kyrgyzstan], 2016, no. 3, pp. 45–49. (In Russian) – Text direct

5. Chortonbaev T. Dzh. *Selektsionno-plemennaya rabota v ovtsevodstve Kyrgyzstana* [Sheep Selection and Breeding Work in Kyrgyzstan]. Bishkek, Ilim Publ., 2018. 212 p. (In Russian) – Text direct

6. McGregor B. A. Relationship between skin follicle characteristics and wool production traits in fine-wool sheep. *Small Ruminant Research*, 2017, vol. 154, pp. 34–41. (In English) – Text direct

7. Mortimer S. I., Hatcher S., Fogarty N. M. Genetic parameters for wool and skin traits in Merino sheep. *Journal of Animal Science*, 2017, vol. 95(10), pp. 4260–4273. (In English) – Text direct

8. Liu J., Li X., Zhang Y. Histomorphological characteristics of skin and their association with wool traits in fine-wool sheep. *Animals*, 2019, vol.

9(11), p. 921. (In English) – Text direct

9. Wang H., Zhou H., Hickford J. G. H. Association between follicle density and wool fiber characteristics in Merino sheep. *Animals*, 2020, vol. 10(3), p. 453. (In English) – Text direct

10. Smith J. L., Brown D. J. Skin structure and follicle development in relation to wool production efficiency. *Animal Production Science*, 2021, vol. 61(5), pp. 487–495. (In English) – Text direct

11. Zhang L., Zhao M., Wang X. Morphological predictors of wool quality in fine-wool sheep breeds. *Frontiers in Veterinary Science*, 2022, vol. 9, p. 845672. (In English) – Text direct

12. *FAO. Sustainable Fine-Wool Production and Genetic Improvement Strategies*. Rome, FAO Publ., 2021. 124 p. (In English) – Text direct

13. Li Y., Chen S., Zhang R. Follicular density and secondary to primary follicle ratio as indicators of wool fineness. *Small Ruminant Research*, 2023, vol. 224, p. 106884. (In English) – Text direct

14. Kumar R., Singh V., Sharma A. Advances in skin histomorphology and wool trait correlations in sheep: a review. *Veterinary Sciences*, 2024, vol. 11(2), p. 115. (In English) – Text direct

Skin histostructure and its connection with wool production in kyrgyz mountain merino sheep

Osmonaliev Samir Kushayynovich, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading research worker

e-mail: samir.osmonaliev@gmail.com

Kyrgyz Research Institute of Livestock and Pastures

Keywords: Kyrgyz Mountain Merino, skin histostructure, follicular apparatus, papillary dermis, reticular layer, secondary and primary follicles, wool production, sheep breeding.

Abstract. The article presents the results of a morphometric research of skin histostructure and an analysis of its connection with wool production in Kyrgyz Mountain Merino sheep. The aim of the research has been a morphometric study of the histological structure of the skin and determination of the statistical relationship between skin morphological parameters and key wool production traits. The study has been conducted on Kyrgyz Mountain Merino rams, ewes, and ewe lambs bred in the mountain and submontane zones of the Kyrgyz Republic. Skin biopsy samples have been taken from the body side (rib area) during the lifetime of sheep. Total skin thickness, papillary dermis and reticular layer thickness, follicle depth, woolen thread density, and the ratio of secondary follicles to primary ones have been determined. Wool production has been assessed based on staple length, crimp, and degree of contamination. Correlations between skin morphological parameters and wool production traits have been established, confirming that the histological structure of the skin plays a functional role in wool coat formation. The findings can be used to improve selection and breeding efforts in fine-wool sheep rearing.

Сравнительный анализ питательных свойств различных категорий сочных кормов

Фоменко Полина Анатольевна, старший научный сотрудник
e-mail: polinafomenko208@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Фалалеева Дарья Евгеньевна, магистрант
e-mail: dariyafalaleeva@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет»

Ключевые слова: общий азот, питательная ценность, ферментация, чистая энергия лактации

Аннотация. Настоящая статья представляет собой анализ данных по химическому составу и питательной ценности кормов, заготовленных в Вологодской области в 2024-2025 гг. Цель данной работы заключается в изучении энергетической ценности, протеинового и углеводного профиля, а также содержания органических кислот в сочных кормах, заготовленных в период 2024-2025 годов. Полученные результаты были сопоставлены с нормативами, установленными ГОСТом Р 55986-2022, а также иными действующими регламентами, определяющими стандарты качества кормов, предназначенных для крупного рогатого скота. Для оценки питательной ценности кормов применялся зоотехнический анализ согласно ГОСТ 31640-2012. Химический анализ кормов был выполнен с использованием следующих нормативных документов: ГОСТ 32011.1-2012, ГОСТ 31675-2012, ГОСТ ISO 16472-2014, ГОСТ ISO 13906-2013. Анализируемые сочные корма обладают хорошей энергетической ценностью и безопасной кислотностью, что является преимуществом. Содержание чистой энергии лактации варьируется от 4,57 до 6,15 МДж/кг СВ, что свидетельствует о высокой энергетической ценности корма. Наблюдается рост сахара от 1,01 до 1,92% СВ в силосах и от 2,69 до 4,77% СВ в силажках, что положительно сказывается на энергетической ценности и ферментации. Концентрация сырой клетчатки находится в пределах 27,72-29,37 % СВ, нейтрально-детергентной клетчатки

от 49,49 до 55,53 % СВ, что может указывать на снижение общей переваримости органического вещества и, как следствие, на снижение эффективности использования этого корма. Показатель активной кислотности находится в пределах допустимого диапазона (4,12-4,49). Это снижает риск ацидоза, связанный с критическим закислением.

Введение

Обеспечение сельскохозяйственных животных всеми необходимыми органическими и минеральными компонентами напрямую зависит от качества и состава кормов. В настоящее время научные исследования привели к созданию и принятию стандартов, определяющих количество питательных веществ, необходимых в рационах кормления для различных категорий сельскохозяйственных животных. Это подчеркивает значимость регулярного сбора данных о фактическом составе и питательной ценности кормов, которые заготавливаются в условиях конкретного региона [1, 2]. Анализ динамики качественных показателей кормов и выявление закономерностей, связанных с природно-климатическими условиями и технологиями их производства, становятся важными задачами. Полученные данные служат основой для разработки сбалансированных рационов, типизации систем кормления и совершенствования технологий заготовки кормов [3, 4].

При использовании объемистых кормов низкого качества для достижения высоких удоев молока возникает необходимость в увеличении доли концентратов и добавлении специализированных добавок в рацион. Это, в свою очередь, приводит к росту себестоимости производимой продукции. Напротив, повышение качества грубых и сочных кормов создает условия для снижения затрат на корма благодаря улучшению поедаемости и увеличению доли объемистых кормов в структуре рационов крупного рогатого скота. Это позволяет более эффективно использовать физиологические преимущества жвачных животных, которые связаны с переработкой клетчатки [5, 6].

Для обеспечения оптимального кормления молочного скота и максимально эффективного применения кормовых запасов, необходимо регулярно проводить анализ химического состава и фактической питательности местных кормов. Точная оптимизация рационов и приведение их в соответствие с научными нормами возможно лишь на основе реальных показателей качества кормов [7, 8].

Сухое вещество корма является основополагающим показателем его питательной ценности, поскольку он включает в себя все органические и неорганические составляющие.

Современные подходы к кормлению сельскохозяйственных животных претерпели значительные изменения, что связано с пересмотром методов оценки кормовых рационов. Традиционные критерии, такие

как доля сухого вещества, обменная энергия, содержание азота и минеральных элементов, уступили место более глубокому и детальному анализу. Современные научные достижения и накопленный практический опыт выявили необходимость использования расширенного набора оценочных параметров. Эти новые показатели позволяют провести как количественную, так и качественную характеристику кормов. В числе таких показателей можно выделить: VEM (кормовые единицы для производства молока), NEL (чистая энергия на лактацию); параметры оценки азота: DVE (протеин, доступный для усвоения в кишечнике), OEB (оптимальный баланс расщепляемого протеина), nXP (протеин, перевариваемый в тонком кишечнике). Не менее важным аспектом является оценка степени ферментации органического вещества (FOS (ферментируемое органическое вещество)). Таким образом, современная система оценки кормовых ресурсов становится более многофакторной и детализированной [9, 10].

Важным фактором, определяющим молочную продуктивность, является энергетическая ценность кормов, которая тесно связана с содержанием и усвояемостью углеводов. Углеводы составляют основу растительных кормов, занимая до 75,0-80,0% от их общего сухого вещества [11, 12]. Однако современные подходы к оценке качества кормов предполагают более глубокий анализ, чем просто энергетическую насыщенность. Необходимо учитывать фракционный состав клетчатки, включая нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (КДК), уровень протеина, а также характеристики процесса брожения при силосовании. Эти показатели напрямую влияют на поедаемость кормов, состояние здоровья животных и, как следствие, на их продуктивность [13, 14].

Таким образом, для достижения высоких результатов в молочном скотоводстве необходимо не только тщательно подбирать корма, но и регулярно проводить их анализ, чтобы быть уверенным в их качестве и питательной ценности. Это позволит не только повысить продуктивность животных, но и снизить затраты на корма, что в конечном итоге приведет к увеличению рентабельности производства молока и улучшению его качества. Таким образом, системный подход к кормлению животных и оптимизации рационов является залогом успешного ведения сельского хозяйства в современных условиях.

Цель данной работы заключается в изучении энергетической ценности, протеинового и углеводного профиля, а также содержания органических кислот в сочных кормах, заготовленных в период 2024-2025 годов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ энергетической ценности сочных кормов;
- изучение протеинового профиля сочных кормов;

- анализ углеводного профиля сочных кормов.

Материалы и методика исследований

Исследования образцов кормов проводилось в лаборатории химического анализа ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН (в рамках Государственного задания № FMGZ-2025-0016). Объектами исследования послужили пробы силоса и силаж из многолетних трав различного ботанического состава (бобовые, злаковые, бобово-злаковые травосмеси).

Отбор проб осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 6497-2014.

Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ 31640-2012. Массовую долю азота и сырого протеина определяли по ГОСТ 32044.1-2012 (метод Кьельдаля). Определение сырой клетчатки проводили по ГОСТ 31675-2012. Содержание нейтрально-детергентной (НДК) и кислотнo-детергентной (КДК) клетчатки определяли по ГОСТ ISO 16472-2014 и ГОСТ ISO 13906-2013.

Сырой жир определяли по ГОСТ 13496.15-2016, сырую золу – по ГОСТ 32045-2012. Определение сахара проводили по ГОСТ 26176-2019 с антроновым реактивом и фотометрией.

Для экспресс-оценки питательности использовали метод инфракрасной спектроскопии (ГОСТ 32040-2012) на анализаторах SpectraStar 2200 и TANGO Bruker.

Кислотность (pH) измеряли потенциометрическим методом (рН-150МИ). Содержание органических кислот определяли по ГОСТ Р 55986-2022.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel. В рамках настоящего исследования ограничились расчетом описательных статистик: для каждой выборки ($n=3$) вычисляли среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (σ). Оценку достоверности различий между группами не проводили, так как целью работы являлся сравнительный анализ полученных средних значений.

Результаты исследований и их обсуждение

В зависимости от концентрации сухого вещества, корма подразделяются на силос (с долей сухого вещества до 300 г/кг) и силаж (с долей сухого вещества от 300 до 399 г/кг). Проведенное исследование образцов выявило, что поступившие на испытания сочные корма характеризуются достаточно высоким содержанием питательных веществ (таблица 1).

Результаты исследования силосной массы из многолетних трав свидетельствует о достаточно хорошем его качестве и питательной ценности для крупного рогатого скота. Проведем более детальный анализ каждого показателя.

Таблица 1 – Энергетическая ценность сочных кормов различного вида, заготовленных в период 2024-2025 гг.

Наименование показателя	Год исследования	Силос мн. бобово-злаковых трав		Силос мн. злаковых трав		Силос мн. бобовых трав		Силос мн. бобовых трав	
		Сухое вещество, г/кг	Обменная энергия, МДж/кг СВ	Чистая энергия лактации (NEL), МДж/кг СВ	Переваримость органического вещества (VOS), г/кг СВ	Ферментируемое органическое вещество (FOS), г/кг СВ	Кормовая единица молока (VEM), г/кг СВ	Сухое вещество, г/кг	Обменная энергия, МДж/кг СВ
Сухое вещество, г/кг	2024	239,25±3,01	331,62±2,65	241,3±3,09	335,20±2,57	244,21±2,99	320,32±2,89	241,3±3,09	335,20±2,57
	2025	249,87±2,89	341,65±2,72	242,8±2,92	329,99±2,75	210,71±2,78	342,89±2,65	242,8±2,92	329,99±2,75
Обменная энергия, МДж/кг СВ	2024	10,25±0,04	10,26±0,03	10,14±0,05	10,27±0,02	9,92±0,06	9,86±0,05	10,14±0,05	10,27±0,02
	2025	10,27±0,03	10,33±0,04	9,93±0,06	9,83±0,04	10,31±0,08	10,26±0,03	9,93±0,06	9,83±0,04
Чистая энергия лактации (NEL), МДж/кг СВ	2024	4,76±0,04	4,76±0,04	4,71±0,03	4,76±0,04	4,68±0,03	4,57±0,03	4,71±0,03	4,76±0,04
	2025	6,10±0,04	6,15±0,08	5,83±0,07	5,79±0,16	6,09±0,14	6,09±0,14	5,83±0,07	5,79±0,16
Переваримость органического вещества (VOS), г/кг СВ	2024	695,35±1,35	695,68±1,63	695,49±1,40	695,90±1,39	695,11±1,26	694,43±1,44	695,49±1,40	695,90±1,39
	2025	658,29±0,74	659,13±1,11	657,55±1,59	659,58±3,35	654,56±2,95	653,52±2,80	657,55±1,59	659,58±3,35
Ферментируемое органическое вещество (FOS), г/кг СВ	2024	459,61±1,60	496,58±1,99	496,95±2,26	500,33±2,62	482,65±2,78	491,30±2,86	496,95±2,26	500,33±2,62
	2025	471,40±1,90	490,74±2,80	446,02±2,58	497,97±2,62	425,08±2,87	479,51±2,68	446,02±2,58	497,97±2,62
Кормовая единица молока (VEM), г/кг СВ	2024	690,45±1,78	690,76±1,80	682,93±1,88	691,50±1,81	678,91±1,71	663,64±1,98	682,93±1,88	691,50±1,81
	2025	884,59±2,88	891,19±1,18	845,07±1,18	838,85±3,57	882,78±1,29	883,19±1,42	845,07±1,18	838,85±3,57
Составлено по данным ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН									

Результаты двухлетних исследований показали, что энергетическая ценность сочных кормов, выраженная обменной энергией, варьировалась от 9,92 до 10,31 МДж/кг в силосах, что соответствует установленным нормам 9,6-10,1 МДж/кг. В силажах этот показатель составил от 9,83 до 10,33 МДж/кг, при этом норматив составляет 11,1 МДж/кг. Тем не менее, стабильный уровень обменной энергии и высокие значения чистой энергии лактации (NEL), которые находились в диапазоне 4,57-6,15 МДж/кг, свидетельствуют об эффективном процессе консервации. Содержание сухого вещества в силосе, на протяжении всех анализируемых лет, не соответствовало принятым стандартам. Это свидетельствует об избыточной влажности, что потенциально может ухудшить условия хранения и повлиять на качество кормов.

Наблюдалось снижение показателей органического вещества силоса и силажа за 2025 год (VOS) ниже установленных нормативов (680-720 г/кг), что может указывать на проблемы с качеством корма и его усвояемостью. На протяжении всего периода исследования, концентрация ферментируемого органического вещества (FOS) колебалась в диапазоне от 425,08 до 500,33 г/кг, что существенно ниже установленных нормативных значений (525-575 г/кг). Подобное отклонение от рекомендованных показателей, вероятно, оказало негативное воздействие на процессы переваривания и общего усвоения питательных веществ корма. VEM оставалась в пределах нормы в 2025 году (880-940 г/кг), что является положительным моментом, указывающим на относительную стабильность в этом параметре, и ниже нормы за 2024 год (663,64-691,50 г/кг)

Таблица 2 – Белковый состав в сочных кормах различного вида, заготовленных в период 2024-2025 гг.

Наименование показателя	Год исследования	Силос мн. бобово-злаковых трав	Силаж мн. бобово-злаковых трав	Силос мн. злаковых трав	Силаж мн. злаковых трав	Силос мн. бобовых трав	Силаж мн. бобовых трав
Сырой протеин, %СВ	2024	14,66±0,07	13,05±0,09	13,33±0,05	12,55±0,06	15,23±0,04	14,28±0,08
	2025	14,24±0,05	13,46±0,08	13,48±0,06	12,42±0,08	14,97±0,06	14,27±0,07
Переваримый протеин, г/кг СВ	2024	102,71±1,36	87,25±1,85	89,94±1,81	82,30±2,34	104,81±1,74	99,35±1,36
	2025	98,86±1,45	91,23±2,52	91,42±2,73	80,98±2,46	106,02±2,81	99,10±1,18
Усвоенный протеин в кишечнике (nXP), г/кг СВ	2024	175,07±1,70	164,29±1,76	165,30±1,61	161,02±2,56	177,60±1,81	169,54±1,74
	2025	172,33±1,29	167,57±2,40	164,71±2,29	156,82±2,98	177,49±1,74	172,40±2,43
Протеин, усваиваемый в кишечнике (DVE), г/кг СВ	2024	82,32±0,33	76,24±0,25	83,06±0,77	76,28±0,74	81,66±0,78	76,65±0,74
	2025	77,26±0,24	72,22±0,35	75,24±0,28	73,71±1,07	75,59±0,23	70,73±1,26
Нестабильный белковый баланс (OEB), г/кг СВ	2024	-21,70±1,13	-28,80±1,27	-27,88±1,24	-31,12±2,49	-19,06±1,50	-23,69±2,57
	2025	-21,14±0,84	-26,49±1,28	-19,71±1,32	-31,23±2,04	-11,35±1,74	-21,99±2,53
Баланс азота в рубце (RNB), г/кг СВ	2024	-4,60±0,09	-5,40±0,07	-5,11±0,10	-5,68±0,05	-4,03±0,40	-4,26±0,29
	2025	-4,78±0,07	-5,27±0,09	-4,78±0,14	-5,22±0,12	-4,44±0,45	-4,76±0,27
Составлено по данным ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолнЦ РАН							

Содержание общего азота в образцах силоса (таблица 2) колебалось в пределах от 13,33% до 15,23%, что позволяет отнести их к первому и второму классам качества (норма 13,0-16,0%), у силоса – от 12,42% до 14,28%, что соответствует II классу (норма 13,0-15,0%). В целом, показатель сырого протеина содержится на достаточно высоком уровне во всех типах кормов за оба года. В силосах данный показатель немного выше, чем в силосах, что ожидаемо, так как при силосовании часть протеина может теряться. Среди разных видов трав, бобовые травы демонстрируют высокое содержание азота, чем злаковые и смешанные травостои. Перевариваемый в кишечнике протеин (пХР), имея прямую зависимость от общего содержания азота, показывает высокие значения. Эти показатели достигают высоких значений, в особенности при использовании силоса из бобовых трав (104,81 г/кг СВ и 177,60 г/кг СВ соответственно). Тем не менее, отмечается, что по некоторым параметрам силос из злаковых трав 2024 года с показателями 82,30 г/кг СВ и 161,02 г/кг СВ превосходит эти данные. Белок, усваиваемый в кишечнике (DVE), также держится в пределах, которые можно считать приемлемыми для большинства рационов. Отрицательное значение ОЕВ и RNB за оба года исследования указывает на дефицит энергии в рубце для эффективного усвоения азота. Показатель переваримого протеина колеблется от 89,94-106,02 г/кг СВ в силосах и от 80,98-99,35 г/кг СВ в силосах, что может быть связано с процессами вторичной ферментации или особенностями исходного сырья.

Соотношение азота и энергии в организме животного определяется не только протеином, но и уровнем энергии, получаемой из корма, что в значительной степени обусловлено углеводами. Сочные корма содержат как легкоперевариваемые сахара, так и более трудноусвояемые волокна (НДК и КДК) (рисунок 1, 2).

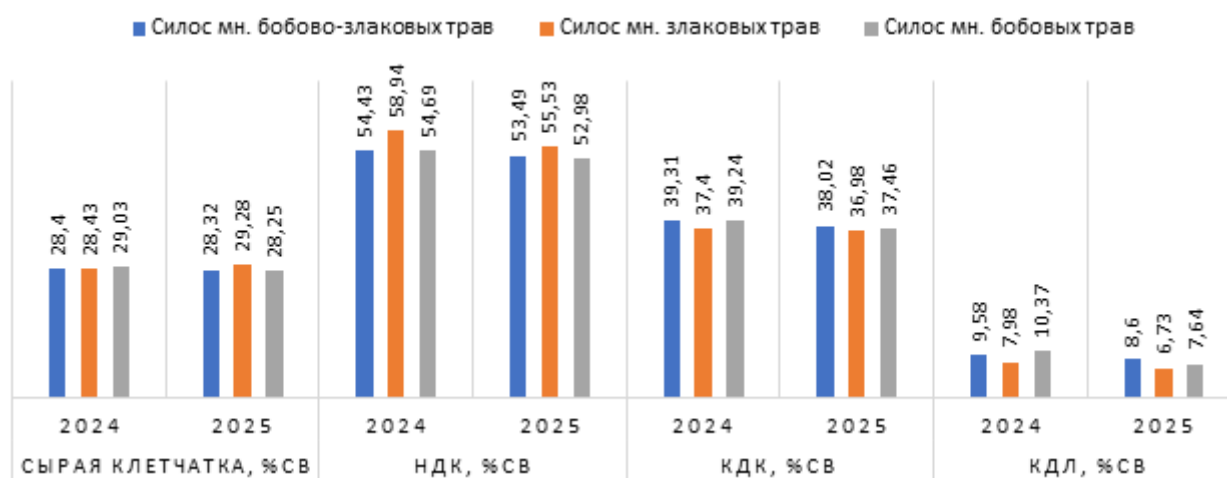


Рисунок 1 – Содержание структурных углеводов в силосах различного вида, заготовленных в период 2024-2025 гг.

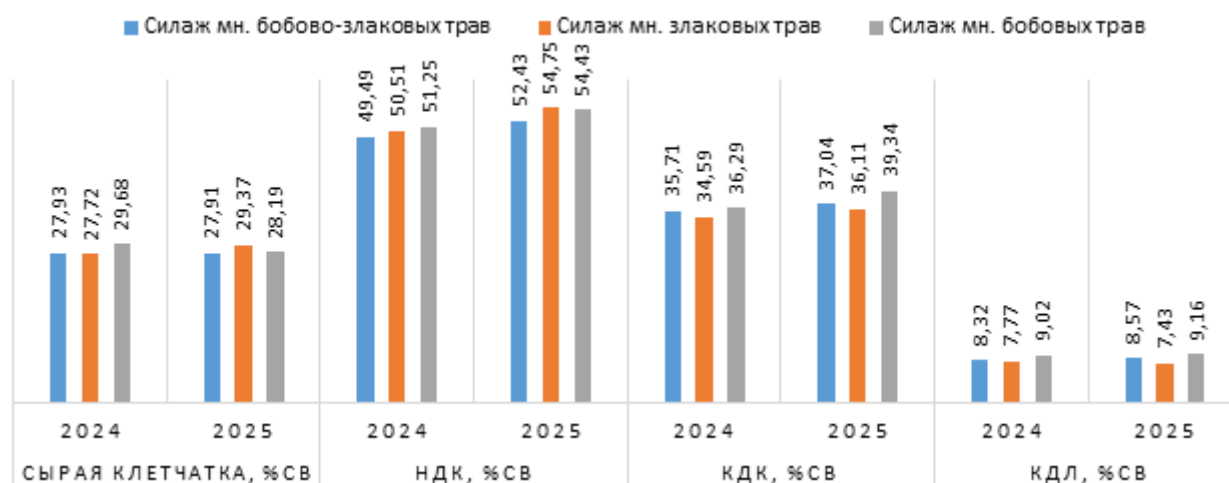


Рисунок 2 – Содержание структурных углеводов в силжах различного вида, заготовленных в период 2024-2025 гг.

Концентрация сырой клетчатки составляет 27,72% - 29,68% (II–III класс). Измеряемые показатели нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК) находятся в разумных пределах, не демонстрируют значительных отклонений. Уровень КДК соответствует норме (36,98–39,31% у силоса, 34,54–39,34% у силаж), хотя он приближается к нижней границе, что потенциально свидетельствует о сниженной усвояемости. Диапазон концентрации НДК в силосах составляет 52,98%–58,94% (при норме 47–57%), в силжах – от 49,49% до 54,75% (при норме 47–63%), что соответствует II–III классам качества. Содержание лигнина в 2025 году демонстрирует тенденцию к снижению по большинству видов кормов, особенно в силосах. Снижение лигнина ассоциируется с лучшей переваримостью клетчатки. Концентрация сахаров в 2024 году относительно низкая, особенно в силосах из бобовых трав. Высокие показатели наблюдаются в силжах из смешанных и злаковых трав. Низкое содержание сахара в силосах может быть причиной проблем с ферментацией и ОЕВ, так как сахар является основным источником энергии для бактерий рубца.

Процесс силосования превращает усвояемые углеводы в органические кислоты (молочную, уксусную, масляную), и именно их концентрации вместе с величиной рН определяют качество ферментации, сохранность питательных веществ, вкусовые свойства и аэробную стабильность корма. Соотношение и абсолютные уровни этих кислот влияют на микробную среду в силосе и в рубце животных, на потери белка (образование аммиака) и, как следствие, на продуктивность животных; поэтому анализ кислотности дополняет химический состав и даёт практические основания для корректировки технологии силосования и стратегии кормления (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание органических кислот в сочных кормах различного вида, заготовленных в период 2024-2025 гг.

Наименование показателя	Год исследования	Силаж мн. бобово-злаковых трав		Силос мн. бобово-злаковых трав		Силаж мн. злаковых трав		Силос мн. злаковых трав		Силос мн. бобовых трав		Силаж мн. бобовых трав	
		2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
pH		4,37±0,01	4,35±0,01	4,25±0,02	4,35±0,01	4,12±0,01	4,21±0,02	4,35±0,01	4,28±0,01	4,47±0,02	4,49±0,01	4,58±0,01	4,33±0,02
Масляная кислота, %		0,15±0,02	0,20±0,01	0,06±0,01	0,09±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,08±0,01	0,25±0,02	0,11±0,01	0,12±0,01	0,07±0,01	0,15±0,02
Массовая доля молочной кислоты, %		63,53±0,61	72,00±0,59	80,33±0,68	82,00±0,66	82,85±0,66	84,00±0,68	67,66±0,63	71,00±0,60	68,00±0,59	71,00±0,60	73,50±0,73	80,00±0,70
Составлено по данным ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН													

Показатель активной кислотности находился в диапазоне 4,12–4,58, что указывает на хорошую ферментацию и достаточное подавление нежелательной микрофлоры. В 2025 году наблюдалось увеличение содержания масляной кислоты, особенно в злаковых травах. Это может свидетельствовать о некотором снижении качества ферментации, поскольку масляная кислота является признаком нежелательных процессов. В то же время рост доли молочной кислоты (с 63% до 84%) подтверждает доминирование молочнокислой ферментации, что благоприятно для сохранения питательных веществ и аэробной стабильности корма. В совокупности эти показатели согласуются с высокой питательной ценностью исследуемых кормов и дают практическую основу для оценки стабильности качества, а также для возможной корректировки технологии заготовки и хранения силоса.

Заключение

Качество кормов является ключевым фактором, влияющим на продуктивность животных и рентабельность производства. Тщательный анализ позволяет объективно оценить потенциальную эффективность их использования в рационах. Исследуемые сочные корма демонстрируют высокую питательную ценность и в целом хорошую консервацию, о чем свидетельствует высокая энергетическая ценность и содержание протеина. Однако существенные проблемы связаны с избыточной влажностью силосов, недостатком энергии в рубце и потенциально сниженной доступностью органического вещества. Для оптимизации качества кормов необходимо улучшить технологию заготовки силосов, снизить их влажность, увеличить содержание сахаров и доступность энергии, а также уделить внимание показателю усвояемости протеина и эффективности ферментации.

Литература:

1. Мороз, М.Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных / М.Т. Мороз, А.М. Спиридонов. – Москва: ООО ДиректМедиа, 2022. – Текст: непосредственный.
2. Сысуев, В.А. Проблемы развития молочного животноводства в России и современные подходы к их решению / В.А. Сысуев, Т.Ф. Василенко, Р.В. Русаков. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 3. – С. 20-24.
3. Прядильщикова, Е. Н. Многолетние травы пастбищного использования для адаптивного кормопроизводства Вологодской области / Е. Н. Прядильщикова, В. В. Вахрушева, О. О. Чернышева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 4. – DOI 10.15838/alt.2022.5.4.1.
4. Гусаров, И. В. Питательность и качественные показатели сочных кормов Вологодской области с учётом требований ГОСТа / И. В. Гусаров, П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева // Молочнохозяйственный

вестник. – 2020. – № 3(39). – С. 43-52. – EDN VRGXSБ.

5. Гибадуллина, Ф.С. Эффективность повышения качества объемистых кормов / Ф.С. Гибадуллина. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение агропромышленного комплекса России. – 2012. – С. 48.

6. Цай, В.П. Эффективные способы приготовления и использования кормов при выращивании крупного рогатого скота: монография / В.П. Цай, Н.В. Пилук, М.М. Карпеня; Научно-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2023. – 288 с. – ISBN 978-985-6895-37-4. – Текст: непосредственный.

7. Зенькова, Н.Н. Кормопроизводство с основами ботаники. Методические рекомендации по планированию кормовой базы для крупного рогатого скота / Н.Н. Зенькова, М.О. Моисеева, О.Ф. Ганущенко. – 2022. – Текст: непосредственный.

8. Гуненкова, Н.К. Научные разработки методов контроля качества и безопасности продуктов животного происхождения, сырья и кормов / Н.К. Гуненкова, М.Л. Бутко. – Текст: непосредственный // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2012. – № 1. – С. 7.

9. Nipane, S. F. NIRS: analytical tools in discernment in animal nutrition research and allied Field / S. F. Nipane, S. B. Kawitkar, A. P. Dhok [et al.] // Journal of Livestock Science. – 2023. – Vol. 14, No. 1. – DOI 10.33259/jlivestsci.2023.41-46.

10. Patidar, V. Carbohydrate and Protein Fractionations of commonly used forages and agro-industrial byproducts as per Cornell Net Carbohydrate and Protein system (CNCPS) / V. Patidar, S. Dixit, M. M. A. Ghandour [et al.] // Journal of Livestock Science. – 2022. – Vol. 13, No. 3. – P. 182-187. – DOI 10.33259/jlivestsci.2022.182-187.

11. Левахин, Г.И. Роль углеводов в процессе пищеварения жвачных животных (обзор) / Г.И. Левахин. – Текст: непосредственный // Животноводство и кормопроизводство. – 2015. – № 1 (89). – С. 92-95.

12. Курепин, А.А. Химический состав и питательность силоса из кормовых бобов в смеси со злаковыми культурами / А.А. Курепин, А.С. Вансович, Е.П. Ходаренок, А.П. Шуголеева, Д. Шибко. – 2025. – Текст: непосредственный.

13. Гусаров, И. В. Контроль жизнеспособности молочных коров / И. В. Гусаров, О. А. Корнилова, Н. В. Боголюбова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 2(38). – С. 51-65. – EDN JEHSMU.

14. Богатырева, Е.В. Содержание фракционного состава клетчатки и питательность зеленой массы в зависимости от срока скашивания при заготовке растительных кормов / Е. В. Богатырева, П. А. Фоменко,

Е. А. Третьяков, Е. И. Куликова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(72). – С. 60-67. – DOI 10.31563/1684-7628-2024-72-4-60-67.

References:

1. Moroz M.T., Spiridonov A.M. *Korma i kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Feed and feeding of farm animals]. Moscow, OOO DirectMedia Publ., 2022 (In Russian) – Text direct.
2. Sysuev V.A., Vasilenko T.F., Rusakov R.V. Problems of dairy farming development in Russia and modern approaches to their solution. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex], 2017, vol. 31, no. 3, pp. 20-24. (In Russian) – Text direct.
3. Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Chernysheva O.O. Perennial grasses of pasture use for adaptive forage production in the Vologda region. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2022, vol. 5, no. 4. DOI 10.15838/alt.2022.5.4.1. (In Russian) – Text electronic.
4. Gusarov I. V. Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. Nutritional value and quality indicators of succulent fodder in the Vologda region, taking into account GOST (State Standard) requirements. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2020, no. 3(39), pp. 43-52. (In Russian) – Text direct.
5. Gibadullina F. S. Efficiency of improving the quality of bulk fodder *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Rossii* [Scientific support for the agro-industrial complex of Russia], 2012, pp. 48.
6. Tsay V.P., Pilyuk N.V., Karpenya M.M. *Effektivnye sposoby prigotovleniya i ispol'zovaniya kormov pri vyrashchivanii krupnogo rogatogo skota* [Effective methods of making and using feeds in cattle breeding]. Zhodino, Scientific and Practical Center of the Belarus National Academy of Sciences on Animal Husbandry. 2023. 288 p. (In Russian) – Text direct.
7. Zen'kova N.N., Moiseeva M.O., Ganushchenko O.F. *Kormoproizvodstvo s osnovami botaniki. Metodicheskie rekomendatsii po planirovaniyu kormovoy bazy dlya krupnogo rogatogo skota* [Forage production with botany basics. Methodological recommendations for planning the forage base for cattle]. 2022. (In Russian) – Text direct.
8. Gunenkova N.K., Butko M.L. Scientific developments of methods for quality control and safety of animal products, raw materials and feeds. *Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii* [Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology]. 2012, no. 1, pp. 7. (In Russian) – Text direct.
9. Nipane S. F., Kawitkar S. B., Dhok A. P. NIRS: analytical tools in discernment in animal nutrition research and allied field. *Journal of Livestock*

Science. 2023, vol. 14, no. 1. DOI 10.33259/jlivestsci.2023.41-46. (In English) – Text electronic

10. Patidar V. Dixit S., Ghandour M. M. A. Carbohydrate and Protein Fractionations of commonly used forages and agro-industrial byproducts as per Cornell Net Carbohydrate and Protein system (CNCPS). Journal of Livestock Science. 2022, vol. 13, no. 3, pp. 182-187. DOI 10.33259/jlivestsci.2022.182-187. (In English) – Text electronic

11. Levakhin, G.I. The role of carbohydrates in digestion of ruminants (review). *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Forage Production], 2015, no. 1 (89), pp. 92-95. (In Russian) – Text direct.

12. Kurepin A.A. Vansovich A.S., Khodarenok E.P., Shugoleeva A.P., Shibko D. *Khimicheskiy sostav i pitatel'nost' silosa iz kormovykh bobov v smesi so zlakovymi kul'turami* [Chemical composition and nutritional value of silage from forage beans mixed with cereal crops]. 2025. (In Russian) – Text direct.

13. Gusarov I.V., Kornilova O.A., Bogolyubova N.V. Monitoring the Viability of Dairy Cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2020, no. 2 (38), pp. 51-65. (In Russian) – Text direct.

14. Bogatyreva E.V., Fomenko P. A., Tret'yakov E. A., Kulikova E. I. Amount of fiber fractional composition and nutritional value of green forage depending on the grass cut time when harvesting plant forages. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2024, no. 4 (72), pp. 60-67. DOI 10.31563/1684-7628-2024-72-4-60-67. (In Russian) – Text electronic.

Comparative analysis of nutritional properties of different succulent feed categories

Fomenko Polina Anatol'evna, Senior Researcher

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

Federal State Budgetary Scientific Institution Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Falaleeva Dar'ya Evgen'evna, Master's Student

e-mail: dariyafalaleeva@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State University

Keywords: total nitrogen, nutritional value, fermentation, lactation net energy

Abstract. This article presents a data analysis on the chemical composition and nutritional value of feed harvested in the Vologda region in 2024-2025. The aim of this work is to evaluate the energy value, protein and carbohydrate profile, as well as organic acid amount in succulent feeds harvested in 2024-2025. The results have been compared to the standards established by GOST R (State Standard Russia) 55986-2022, as well as to other current regulations defining the quality standards for cattle feeds. Zootechnical analysis has been carried out in accordance with GOST 31640-2012 to assess the nutritional feed value. The chemical analysis of the feeds has been performed under the following regulatory documents: GOST 32011.1-2012, GOST 31675-2012, GOST ISO 16472-2014, and GOST ISO 13906-2013. The analyzed succulent feeds have high energy value and safe acidity, which shows their advantage. The net energy content of lactation ranges from 4.57 to 6.15 MJ/kg DM, indicating a high energy value of the feeds. There is a sugar increase from 1.01 to 1.92% DM in silages and from 2.69 to 4.77% DM in haylages, which positively affects the energy value and fermentation. Crude fiber concentrations range from 27.72 to 29.37% DM, while neutral detergent fiber concentrations range from 49.49 to 55.53% DM, which may indicate decreased overall organic matter digestibility and, consequently, reduced feed utilization efficiency. Active acidity is within the acceptable range (4.12 to 4.49), thus it reduces the risk of acidosis associated with critical acidification.

Оценка зоотехнической и экономической эффективности применения добавки «Клювер Про+» в кормлении ремонтных телок

Белозерова Оксана Владимировна, аспирант

e-mail: 79210697429@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Субботин Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, председатель СПК (колхоз) «Племзавод Пригородный»

e-mail: subbotinsergey.35@yandex.ru

СПК (колхоз) «Племзавод Пригородный»

Бильков Валентин Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

e-mail: vab1725@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: ремонтные телки, рацион, добавка «Клювер Про+», бактериальное сообщество рубца, рост и развитие, уровень рентабельности

Аннотация. В статье обсуждены результаты комплексного исследования по применению кормовой добавки «Клювер Про+» на основе живых молочных дрожжей *Kluuveromyces marxianus* в рационах ремонтных телок голштинской породы. Цель работы – дать оценку зоотехнической и экономической эффективности использования пробиотика в кормлении животных молочного и переходного периодов выращивания. Научно-хозяйственный опыт проведен продолжительностью шесть месяцев на трех группах телок по 14 голов в каждой. На фоне основного рациона в контрольной группе телкам 1 и 2 опытных групп скармливали дополнительно по 4 и 8 г/гол/сут. «Клювер Про+». Установлено, что включение в рационы растущих животных дрожжевого пробиотика позволило улучшить поедаемость кормовых смесей, достоверно увеличить коэффициенты

переваримости сухого и органического вещества, сырого протеина и сырой клетчатки, численность инфузорий рубца, исключить заселение его патогенными бактериями. Абсолютный прирост живой массы за время опыта в среднем по контрольной группе составил 141,5 кг, а по 1 и 2 опытным – 151,0 и 158,9 кг, что больше на 6,7 и 12,3 %. По итогам эксперимента выявлено, что под влиянием изучаемой добавки увеличились среднесуточные приросты племенных телок с 786 до 839 и 882 г и улучшились экстерьерные показатели животных по косой длине туловища, высоте в холке, ширине и глубине груди. На основании анализа зоотехнических и экономических параметров наиболее эффективной следует считать дозировку «Клювер Про+» в количестве 8 г/гол/сут., при которой получен наибольший прирост живой массы животных и уровень рентабельности его производства увеличен до 15,6 %.

Введение

Молоко и молочные продукты являются биологически полноценными и социально-значимыми для населения любой страны. В российском животноводстве прослеживается рост молочной продуктивности коров, однако он не позволяет обеспечивать полностью внутренние потребности государства. А учитывая в текущие годы санкционное развитие событий, становится очевидным, что нужны безотлагательные меры по интенсификации отрасли молочного скотоводства [2, 9, 17].

Эффективной эксплуатации здоровых высокопродуктивных коров в хозяйствах предшествует правильная технология их выращивания, в которой главными факторами выступают полноценное кормление и комфортные условия содержания. Обоснованно планировать высокую скорость роста животных в соответствии с их генетическим потенциалом можно, лишь используя рационы с достаточным количеством обменной энергии и всех других компонентов питания [10, 14].

Самыми ответственными периодами выращивания ремонтного молодняка считаются молочный и последующий за ним переходный, в которые потребность в питательных веществах у растущих животных очень велика. А на фоне несовершенства ферментативной системы пищеварения, посредственного качества применяемых кормов, обсемененности внешней среды, могут замедляться процессы развития нормальной микрофлоры, что неизбежно приведет к замедлению роста и развития животных и ухудшению экономических показателей. В современном высокопродуктивном молочном скотоводстве находят широкое применение кормовые пробиотические добавки, позволяющие существенно улучшить общее состояние организма животного и его продуктивность [8, 12, 16].

Результаты исследований позволяют утверждать, что скармливание

пробиотических кормовых продуктов служит эффективным средством стабилизации не только рубцовой среды, но и в целом желудочно-кишечного тракта. Обеспечение нормальной деятельности рубцового пищеварения и оптимизации состава микрофлоры возможны при использовании биологических регуляторов метаболических процессов, какими являются прежде всего пробиотики на основе живых дрожжей. Дрожжевые пробиотики активизируют рост и развитие микробного сообщества, которое способствует улучшению переваримости составных частей кормов в рационах [6,15,18,19].

В нашей стране с учетом высокого спроса на пробиотики ищутся новые штаммы живых дрожжей для производства эффективных кормовых средств. С 2020 года компанией ООО «ПротеинКормБиоТех Исследования» выпускается серия добавок «Клювер Про» на основе живых молочных дрожжей *Kluuveromyces marxianus*. К числу достоинств данного штамма дрожжей относят его безопасность (статус GRAS), высокую выживаемость благодаря устойчивости к желчи и кислотам, повышению температуры и способность нейтрализовать нежелательные субстраты, включая микотоксины [1]. Включение в рационы телят молочного периода дрожжевого пробиотика «Клювер Про» в условиях Тверской области и Удмуртии способствовало увеличению их живой массы и улучшению экстерьерных показателей [4,11,13].

Отличительной особенностью проведенных нами исследований является:

- более длительная продолжительность эксперимента, поскольку задействованы не только молочный, но и переходный периоды выращивания телок;
- изучены другие дозировки дрожжевого пробиотика;
- при оценке целесообразности использования «Клювер Про+» учитывался широкий круг изучаемых показателей.

В связи с вышеизложенным, исследования по изучению эффективности введения в кормление телят раннего возраста дрожжевой добавки «Клювер Про+» представляет научный и практический интерес, определяет его особую актуальность.

Цель исследования – дать зоотехническую и экономическую оценку применения кормовой добавки «Клювер Про+» в рационах ремонтных телок голштинской породы.

В задачи исследования входило:

- проанализировать суточные рационы подопытных животных по фактической поедаемости;
- изучить бактериальное сообщество рубца ремонтных телок и переваримость питательных веществ рационов;
- выявить влияние дрожжевого пробиотика на рост и развитие телок;

- произвести расчеты экономической эффективности использования изучаемой добавки при выращивании ремонтного молодняка.

Материал и методы исследования. Для получения объективных результатов настоящего исследования применялся комплексный подход по оценке производственных, физиологических и экономических показателей. Научно-хозяйственный опыт проведен в 2024-2025 годы на базе СПК (колхоз) «Племзавод Пригородный» Вологодской области продолжительностью 180 суток. В качестве объекта исследования были ремонтные телки голштинской породы во время их выращивания в молочный и переходный периоды.

Для решения поставленных в исследованиях задач были сформированы три группы животных, для равномерного набора которых использовался метод пар-аналогов [5]. В нашем случае при подборе новорожденных телок в группы учитывали породность (87,6 % кровности голштинской породы) и живую массу (39,4 кг). По клинико-физиологическим показателям оценивали состояние здоровья животных. В каждой из трех групп насчитывалось по 14 животных, условия содержания и параметры микроклимата для них были одинаковы. Общая схема исследования представлена на рисунке 1, согласно которой предстояло изучить на фоне хозяйственного рациона (контрольная группа) влияние двух дозировок (4 и 8 г/гол/сут.) добавки «Клювер Про+» (1 и 2 опытные) на зоотехнические и экономические показатели при выращивании ремонтных телок.



Рисунок 1 – Общая схема исследования

В ходе эксперимента на протяжении шести месяцев еженедельно контролировали количество задаваемых по хозяйственному рациону кормов и их остатков, благодаря чему была установлена фактическая питательность кормления телок контрольной и опытных групп. Переваримость питательных веществ рационов изучалась экспресс-методом в искусственном рубце на базе Ярославского НИИ животноводства и кормопроизводства [3]. При завершении научно-хозяйственного опыта исследовалось бактериальное сообщество рубца подопытных животных в молекулярно-генетической лаборатории компании «Биотроф» (г. Санкт-Петербург). Отбор, транспортировка и анализ содержимого рубца телок проведены в соответствии с методическими рекомендациями и пособиями [6,7].

Живую массу и интенсивность роста животных контролировали на основе ежемесячных индивидуальных взвешиваний, а их развитие – взятием основных промеров статей тела в возрасте 1, 3

и 6 месяцев. Экономическое обоснование использования дрожжевого пробиотика «Клювер Про+» ремонтным телкам выполнено с учетом фактических затрат на их выращивание, включая расходы на добавку, и цен на получаемую продукцию. Цифровые материалы исследования обработаны по методу вариационной статистики с вычислением критерия достоверности.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе эксперимента проводился анализ кормления ремонтных телок в молочный и переходный периоды на основе фактического потребления животными кормов из хозяйственного рациона (табл.1). В первые три месяца (молочный период) под влиянием изучаемой добавки телки опытных групп отличались большим потреблением грубого корма и смеси концентратов с минеральными подкормками. Дрожжевой пробиотик скармливался молодняку опытных групп с молоком в количестве 4 г/гол/сут (оставшиеся 4 г во 2 опытной группе смешивали с сухой концентрированной смесью).

В переходный период (3,1 - 6,0 мес. возраст) также прослеживается увеличение поедаемости сенажно-концентратной смеси животными опытных групп по сравнению с контрольными сверстницами под воздействием «Клювер Про+», который вводился в состав моноорма. Лучшее потребление сена и кормовых смесей телками опытных групп обеспечило повышение питательной ценности их рационов. Интерпретируя отраженную в таблице 1 информацию, можно отметить, что содержание сухого вещества, обменной энергии, органических и минеральных веществ, витаминов в рационах животных 1 и 2 опытных групп, где применяли дрожжевой пробиотик, несколько выше, чем у аналогов в контроле. У ремонтного молодняка в раннем возрасте при включении изучаемой добавки повысилась обеспеченность сухим веществом на 8-14 %, обменной энергией на 4-7,2 %, сырым протеином – на 2,1-12,4 %. Наибольшее увеличение питательной ценности рационов прослеживается во 2 опытной группе подопытных животных.

Результаты проведенного исследования свидетельствует, что изучаемый пробиотик «Клювер Про+» положительно влияет не только на повышение питательности рационов растущих животных, но и на переваримость их составных компонентов. Установлено, что скармливание дрожжевой добавки способствовало улучшению переваримости сухого и органического вещества, протеина, клетчатки и БЭВ (безазотистых экстрактивных веществ) на 2,6-4,6 %. Разность достоверна между показателями коэффициентов переваримости 2 опытной и контрольной групп - $p \geq 0,05$. Особенно ценным является то, что применение средства с живыми дрожжами позволяет у животных в раннем возрасте увеличить переваримость клетчатки с 52,4 до 55,67 и 56,26 %.

Таблица 1 – Состав и питательность рационов ремонтных телок по фактической поедаемости

Показатель	Един. измер.	Период					
		молочный группа			переходный группа		
		контрольная	опытная 1-я	опытная 2-я	контрольная	опытная 1-я	опытная 2-я
Сено разнотравное	кг	0,08	0,12	0,12	-	-	-
Кормовая смесь	кг	1,58	1,68	1,77	8,4	8,9	9,2
-зл.-боб. сенаж	кг	-	-	-	5,2	5,6	5,8
- зерно ячменя	кг	1,27	1,35	1,40	2,32	2,36	2,40
-рапсов. шрот	кг	0,27	0,29	0,32	0,75	0,80	0,85
-мин. добавки	г	40	40	50	130	140	150
Молоко цельное	кг	4,0	4,0	4,0	-	-	-
Добавка «Клювер							
Про+»	г	-	4	8	-	4	8
В рационе содержится:							
сухое вещество	кг	2,0	2,2	2,3	3,9	4,3	4,5
обменн. энергия	мдж	26,7	27,8	28,6	43,0	44,7	46,1
сырой протеин	г	378	386	425	739	769	804
перевар. протеин	г	312	316	325	488	531	545
сырая клетчатка	г	159	179	196	563	619	647
крахмал	г	592	652	728	983	1081	1130
сахара	г	259	273	287	307	361	385
сырой жир	г	186	188	192	199	209	244
кальций	г	27,3	28,8	30,4	38,3	42,1	44,1
фосфор	г	12,9	13,9	15,0	19,1	21,0	22,0
поваренная соль	г	11,7	12,4	13,8	28,3	30,6	33,5
медь	мг	20,0	22,0	24,6	32,1	35,3	36,9
цинк	мг	77,7	85,6	95,6	135,0	148,5	155,2
железо	мг	88,8	97,8	109,2	133,0	146,4	153,1
каротин	мг	70,4	74,5	80,6	124,0	138,0	144,0
витамин Д	тыс. ме	2,6	3,1	3,8	3,3	3,7	3,8

Изучение микробиома рубца животных на опыте позволило не только дополнить, но и объяснить повышение переваримости питательных веществ рационов при использовании «Клювер Про+». Микрофлора рубца представлена простейшими, бактериями и грибами. Инфузории, как известно, заселяют рубец постепенно, когда молодыми жвачными животными начинается потребление грубых и концентрированных кормов [6]. В нашем исследовании определялось количество простейших в 1 мл рубцовой жидкости (рис.2) и их видовой состав.



Рисунок 2 – Общая численность инфузорий, тыс./мл

Применение в рационах ремонтных телок дрожжевого пробиотика способствовало увеличению численности простейших с 248,9 тыс. до 260,5 и 393,5 тыс. Разность достоверна по количеству инфузорий между контрольной и 2 опытной группами ($p \leq 0,05$). Это количество инфузорий представлено в основном следующими видами – *Entodinium*, *Epidinium*, *Eudiplodinium*, *Eremoplastron*. Следует отметить, что если численность простейших под влиянием изучаемой добавки возросла, то их видовой состав незначительно сократился (с 15,7 в контрольной группе до 13,3 и 14,0 – в опытных). Разность недостоверна.

Исследования состава микробиоты рубцового содержимого по методу ПЦР (полимеразной цепной реакции) показало, что в образцах всех трех групп выделены представители нормофлоры, их содержание обнаружено в допустимых количествах, включая целлюлозолитические и сахаролитические бактерии. Метаногенные археи выявлены в нужном количестве только в образце рубцовой жидкости 2 опытной группы, что

указывает на способность телками при введении 8 г/гол/сут «Клювер Про+» лучше расщеплять клетчатку. В анализируемых образцах всех трех групп выявлено наличие условно-патогенной микробиоты, но ее количество не превышает допустимые значения. Контрольный образец отличался присутствием патогенных бактерий (*Proteus vulgaris* / *mirabilis*) в увеличенном количестве, что указывает на угнетение микрофлоры. Среди бактериального сообщества рубца ремонтных телок опытных групп патогенов не выделено.

Положительное влияние добавки «Клювер Про+» на поедаемость ремонтными телками кормов, общую питательность рационов, переваримость питательных веществ и бактериальное сообщество рубца обеспечило более интенсивный их рост и гармоничное развитие. Если на начало научно-хозяйственного опыта живая масса телок была практически одинакова (39,4-39,5 кг), то в шестимесячном возрасте она отличалась (рисунок 3).

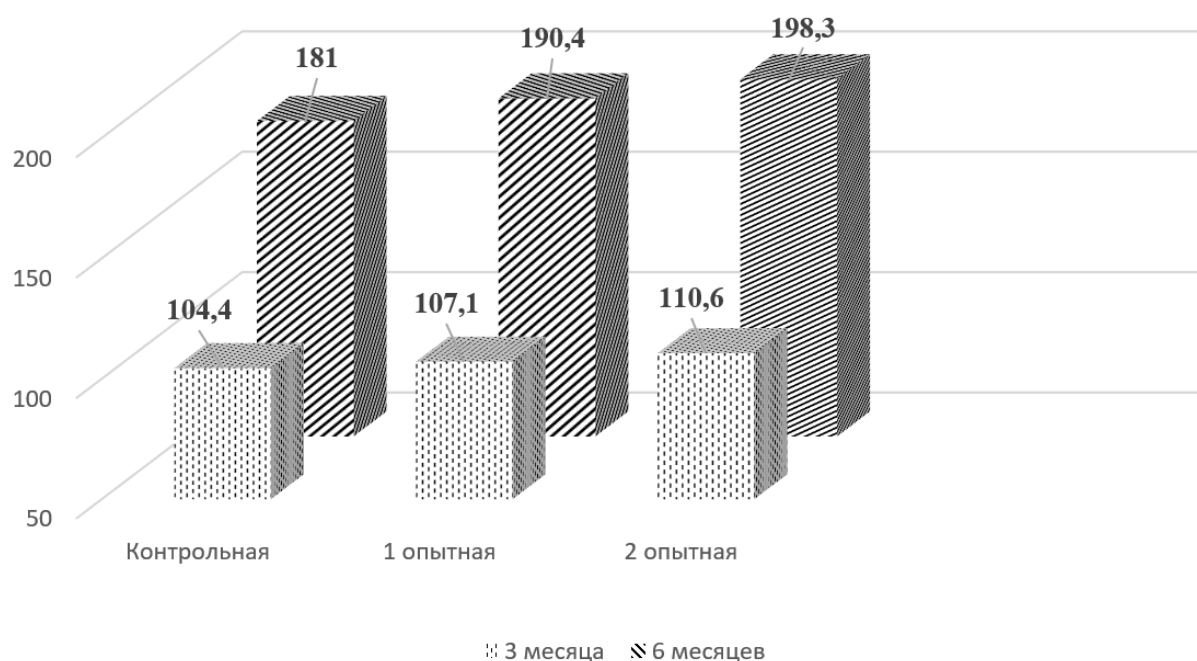


Рисунок 3 – Живая масса подопытных животных, кг

При завершении опыта ремонтные телки в контроле уступали по живой массе аналогам в 1 и 2 опытных группах на 9,4 и 17,3 кг. Разность достоверна между параметрами массы тела животных 2 опытной и контрольной групп - $p \geq 0,05$. Абсолютный прирост живой массы за время опыта в среднем по контрольной группе составил 141,5 кг, а по 1 и 2 опытным – 151,0 и 158,9 кг, что больше на 6,7 и 12,3 %. Динамика среднесуточных приростов ремонтных телок за весь шестимесячный период эксперимента приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Среднесуточные приросты ремонтных телок, г (n=14)

Месяц выращивания	контрольная	Группа 1 опытная	2 опытная
1	507±43	560±37	643±37*
2	783±57	807±80	826±56
3	874±77	892±92	902±75
4	766±45	836±78	809±50
5	795±55	875±95	989±61*
6	992±33	1066±49	1125±65
M±m	786±24	839±34	882±30*

*p≤0,05

В молочный период среднесуточные приросты телок с применением пробиотика «Клювер Про+» повысились с 721 г до 753 и 790 г (на 4,4 и 9,6 %). Относительно переходного периода увеличение этих показателей составило на 8,8 и 14,5 % (с 851 г до 926 и 974 г). В среднем за шесть месяцев исследования среднесуточные приросты животных 1 и 2 опытных групп превосходили аналогичный показатель у контрольных сверстниц (839 и 882 г против 786 г).

Влияние изучаемой добавки на развитие ремонтных телок опытных групп оценивали по величине основных промеров статей тела. Их анализ показал, что уже с 3-х месячного возраста параметры промеров телок 1 и 2 опытных групп превосходили аналогичные показатели животных в контроле. Но достоверные различия по высоте в холке, ширине и обхвату груди, ширине в седалищных буграх и маклоках имели место только при достижении ими 6-ти месячного возраста. Экстерьерный профиль ремонтных телок при завершении исследований представлен на рисунке 4. Промеры животных контрольной группы взяты за 100 %.

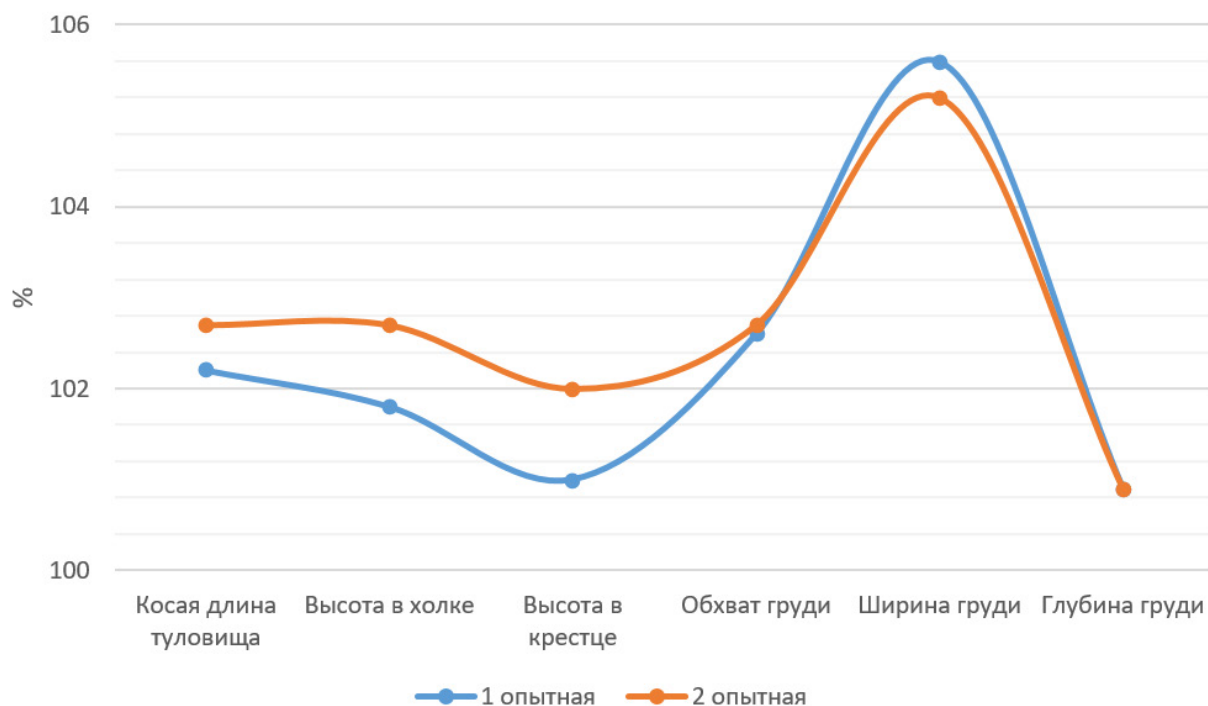


Рисунок 4 – Экстерьерный профиль подопытных животных

Согласно информации рисунка 4 можно констатировать, что ремонтные телки 1 и 2 опытных групп достоверно ($p \leq 0,05-0,01$) превосходили своих сверстниц в контроле по следующим промерам: косой длине туловища (на 2,2 и 2,7 %), высоте в холке (на 1,8 и 2,7 %), обхвату и ширине груди (на 2,2 – 5,6 %). Изучение экстерьерных особенностей подопытных животных позволило заключить, что использование в кормлении ремонтного молодняка «Клювер Про+» положительно отразилось на их телосложении.

По итогам научно-хозяйственного опыта проведен расчет экономической эффективности применения изучаемой добавки в кормлении племенных телок. В основу экономического обоснования брали показатели роста животных за первые полгода их жизни, затрат на выращивание и выручку при реализации полученного прироста (табл.3).

Во время проведения эксперимента стоимость дрожжевого пробиотика составляла 1100 руб. за 1 кг. Ежедневно удорожание рационов ремонтных телок за счет введения в них добавки составляло в 1 опытной группе 4,4 руб., а во 2 – 8,8 руб. В структуре себестоимости прироста молодняка удельный вес кормов за 2024-25 годы достигал 71 %. Через этот показатель определили себестоимость полученной продукции в разрезе групп. Более интенсивный рост ремонтных телок с использованием «Клювер Про+» позволил не только оправдать расходы на добавку, но и получить дополнительную прибыль, увеличив уровень рентабельности на 4,9 и 6,8 % (13,7 и 15,6 % против 8,8 % в контроле).

Таблица 3 – Эффективность использования добавки «Клювер Про+»

Показатель	Единицы измерения	Группа		
		контрольная	1 опытная	2 опытная
1.Живая масса ремонтных телок в 6-ти месячном возрасте	кг	181,0	190,4	198,3
2.Получено прироста за опыт (за полгода)	кг	141,5	151,0	158,9
3.Стоимость добавки за опыт	руб.	-	792	1584
4.Себестоимость прироста 1 кг массы	руб.	270,9	259,2	255,0
5.Цена реализации 1 кг прироста (плеmprодажа)	руб.	294,8	294,8	294,8
6.Общие затраты на получение прироста	руб.	38,33	39,14	40,52
7.Выручка от реализации продукции	тыс. руб.	41,71	44,52	46,84
8.Получено прибыли в расчете на 1 голову за эксперимент	тыс. руб.	3,38	5,38	6,32
9.Дополнительная прибыль	тыс. руб.	-	2,0	2,94
10.Рентабельность производства прироста на племенные цели	%	8,8	13,7	15,6
11.Затраты кормов на 1 кг прироста	мдж	44,3	43,2	42,3
12.Расход концентрированных кормов на 1 кг прироста	кг	2,93	2,86	2,77

Не менее важным является то, что ускорение выращивания ремонтных телок сопровождается сокращением расхода кормов на единицу прироста. Так, в соответствии с данными таблицы 3, на 1 кг прироста живой массы затрачивается в контрольной группе 44,3 МДЖ обменной энергии, а в 1 и 2 опытных – 43,2 и 42,3 МДЖ, что меньше на 2,5 и 4,5 %. Сократился и расход концентрированных кормов на единицу прироста с 2,93 кг до 2,86 и 2,77 кг. Данный анализ позволяет свидетельствовать о положительном влиянии изучаемой добавки на показатели конверсии кормов в продукцию.

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что применение дрожжевого пробиотика «Клювер Про+» в кормлении ремонтных телок голштинской породы является научно-обоснованным

и экономически оправданным решением, способствующим росту продуктивности, оптимизации процессов пищеварения и повышению рентабельности производства прироста. Наиболее эффективной следует считать дозировку 8 г/гол/сут применительно к молочному и переходному периодам выращивания племенных телок. Введение рекомендуемого количества пробиотика в рационы растущих животных способствует увеличению потребления и переваримости кормов, значительному улучшению бактериального сообщества рубца телок, более гармоничному их развитию. При этом обеспечивается достоверное повышение (на 9,6 %) живой массы ремонтных телок и среднесуточных приростов с 786 до 882 г. Рентабельность производства прироста увеличивается с 8,8 до 15,6 %.

Литература:

1. Артемьева, О.А. Молочные дрожжи *Kluyveromyces* и их биологический потенциал / О.А. Артемьева, Т.И. Логвинова, Д.А. Никанова // Животноводство и кормопроизводство. – 2025. – Т.108. – №1. – с.128-144.
2. Горковенко, Е.В. Современное состояние и перспективы развития животноводства в России / Е.В. Горковенко, Я.В. Мелюхина, // Молочная промышленность. – 2004. – №3. – с.9-10.
3. Гуляев, Е.Г. Использование нетрадиционных методов определения переваримости кормов в рационах для высокопродуктивных коров в условиях Северного региона Нечерноземной зоны России: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Санкт-Петербург – Пушкин, 1994. – 46 с.
4. Кислякова, Е.Л. Особенности роста и развития ремонтных телок при использовании в рационах молочного периода пробиотических дрожжей / Е.Л. Кислякова, Д.С. Трефилов // Вестник Ижевской ГСХА. – 2025. – №3 (83). – с.108-113.
5. Кокорев, В.А. Основы научных исследований в животноводстве / В.А. Кокорев, А.М. Гурьянов, Д.Ш. Гайирбеков // Саранск. Мордов. ЦНТИ. – 1996. – 90 с.
6. Лапотко, А.М. Значение рубцового пищеварения / А.М. Лапотко, А.М. Субботин, И.В. Сучкова, Д.Т. Соболев // Науч.-практич. пособие «Будь здорова, кормилица-корова!». – Орел. – 2017. – с.122-140.
7. Лаптев, Г.Ю. Нормы содержания микрофлоры в рубце крупного рогатого скота / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым, К.В. Нагорнова и др. // Методические рекомендации. – СПб.: ООО «Биотроф». – 2016. – 48 с.
8. Миколайчик, И.Н. Эффективность современных дрожжевых

пробиотиков в коррекции питания телят / И.Н. Миколайчик, Л.А. Морозова, Е.С. Ступина // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – №5. – с. 23-26.

9. Морозов, Н.М. Основные факторы повышения эффективности производства продукции животноводства в России / Н.М. Морозов, А.Н. Рассказов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – №6. – с.12-15.

10. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Монография / Под редакцией Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева // Р.В. Некрасов, А.В. Головин, Е.А. Махаев, А.С. Аникин, Н.Г. Первов, Н.И. Стрекозов, А.Т. Мысик, В.М. Дуборезов, М.Г. Чабаев, Ю.П. Фомичев, И.В. Гусев. М., 2018. – 290 с.

11. Савиных, И. Ключер Про: молочные дрожжи для к.р.с., для молока, фертильности, здоровья и экономики / И. Савиных // Эффективное животноводство. – 2023. – №4 (186). – с.22-23.

12. Саубенова, М.Г. Дрожжевые микроорганизмы как пробиотики и источники белка / М.Г. Саубенова, Е.А. Олейникова, А.Ж. Алыбаева, А.А. Амалгелди, Ж.Н. Ермекбай и др. // Микробиология и вирусология. – 2023. – №3 (42). – с.6-16.

13. Сударев, Н.П. Использование пробиотической дрожжевой добавки «Ключер Про+» для повышения пищеварения телят в молочный период / Н.П. Сударев, О.Ш. Косенкова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2024. – №4 (49). – с.81-84.

14. Сулова, И.А. Новые подходы к выращиванию высокопродуктивных коров / И.А. Сулова, Л.В. Смирнова // Главный зоотехник. – 2014. – №11. – с.8-12.

15. Хоштария, Г.Е. Зоотехническая и экономическая оценка использования «МегаБустРумен» в рационах высокопродуктивных коров / Г.Е. Хоштария, Н.С. Баранова // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – №1 (53). – с.119-131.

16. Шагалиев, Ф. Роль пробиотиков при выращивании здоровых телят / Ф. Шагалиев, Г. Нигматуллина, Р. Шарафгалиев // Главный зоотехник. – 2014. – №12. – с.9-12.

17. Шуварин, М.В. Реалии и перспективы молочного скотоводства в России сегодня / М.В. Шуварин, Е.Е. Борисова, Д.В. Ганин, И.А. Леханов, Т.В. Сухомова // Вестник НГИЭИ. – 2021. – №11 (126). – с.72-83.

18. Ruin V.A., Kistina A.A., Prytkov Y.N. The use of a probiotic complex in feeding dairy cows. Agrarnyynauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):64-66.(In English). Text electronic/

19. Sousa V.L. Desempenho e utilização de nutrientes por vacas leiteiras suplementadas com *Bacillus subtilis*. Universidade Federal do Parana, Curitiba, (Dissertação de Mestrado). 2011. 63 p. – Text direct.

References:

1. Artem'eva O.A., Logvinova T.I., Nikanova D.A. Kluyveromyces dairy yeast and their biological potential. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Feed Production], 2025, vol.108, no.1, pp.128-144. (In Russian) – Text direct
2. Gorkovenko E.V. Melyukhina Ya.V. The current state and prospects of livestock development in Russia. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2004, no. 3, pp. 9-10. (In Russian) – Text direct
3. Gulyaev E.G. *Ispol'zovanie netraditsionnykh metodov opredeleniya perevarimosti kormov i ratsionov dlya vysokoproduktivnykh korov v usloviyakh Severnogo regiona Nechernozemnoy zony Rossii*. Avtoreferat Dokt. Diss. [Application of non-traditional methods for assessing feed digestibility and diets for highly productive cows in the conditions of the Northern region of the Non-Chernozem zone of Russia. Abstract of the Cand. Diss.]. St-Peterburg – Pushkin, 1994. 46 p. – Text direct
4. Kislyakova E.L., Trefilov D.S. Features of growth and development of repair heifers under rations with probiotic yeasts during the lactation period. *Vestnik Izhevskoy GSKhA* [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], 2025, no. 3 (83), pp.108-113. (In Russian) – Text direct
5. Kokorev V.A. Gur'yanov A.M., Gayirbegov D.Sh. *Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve* [Fundamentals of Scientific Research in Animal Husbandry]. Saransk. Mordov, TsNTI Publ., 1996. 90 p. – Text direct
6. Lapotko A.M., Subbotin A.M., Suchkova I.V., Sobolev D.T. Importance of cicatricial digestion. / *Bud' zdorova, kormilitsa-korova!* [Be healthy, wet-nurse cow]. Orel. 2017. pp.122-140. – Text direct
7. Laptev G.Yu., Novikova N.I., Il'ina L.A., Yldyrym E.A., Nagornova K.V. *Normy soderzhaniya mikroflory v rubtse krupnogo rogatogo skota* [Norms of microflora content in the cattle rumen]. St-Peterburg, OOO Biotrof Publ., 2016. 48 p. – Text direct
8. Mikolaychik I.N., Morozova L.A., Stupina E.S. The effectiveness of modern yeast probiotics in the correction of calf nutrition. *Molochnoe i myasnnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2017, no. 5, pp. 23-26. (In Russian) – Text direct
9. Morozov N.M., Rasskazov A.N. The main factors of increasing the efficiency of livestock production in Russia. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of Agricultural and Processing Enterprises], 2019, no. 6, pp.12-15. (In Russian) – Text direct
10. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A., Anikin A.S., Pervov N.G., Strekozov N.I., Mysik A.T., Duborezov V.M., Chabaev M.G., Fomichev Yu.P., Gusev I.V. *Normy potrebnostey molochnogo skota i svinей v*

pitatel'nykh veshchestvakh [Standards of Nutritional Requirements in Dairy Cattle and Pigs]. Moscow, 2018. 290p. – Text direct

11. Savinykh I. Kluver Pro: dairy yeast for dairy farming, for milk, fertility, health and economics. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Efficient Animal Husbandry], 2023, no. 4 (186), pp. 22-23. (In Russian) – Text direct

12. Saubenova M.G., Oleynikova E.A., Alybaeva A.Zh., Amalgeldi A.A., Ermekbay Zh.N. Yeast microorganisms as probiotics and protein sources. *Mikrobiologiya i virusologiya* [Microbiology and Virology], 2023, no. 3 (42), pp. 6-16. (In Russian) – Text direct

13. Sudarev N.P., Kosenkova O.Sh. Application of *Kluver Pro+* probiotic yeast supplement for improved digestion in calves during the milk period. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya* [Agrarian Bulletin of the Upper Volga region], 2024, no. 4 (49), pp.81-84. (In Russian) – Text direct

14. Suslova I.A., Smirnova L.V. New approaches to raising highly productive cows. *Glavnyy zootekhnik* [Chief Livestock Specialist], 2014, no. 11, pp. 8-12. (In Russian) – Text direct

15. Khoshtariya G.E., Baranova N.S. Zootechnical and economic assessment of *MegaBustRumen* application in the rations of highly productive cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2024, no. 1 (53), pp. 119-131. (In Russian) – Text direct

16. Shagaliev F., Nigmatullina G., Sharafgaliev R. The role of probiotics in raising healthy calves. *Glavnyy zootekhnik* [Chief Livestock Specialist], 2014, no. 12, pp. 9-12. (In Russian) – Text direct

17. Shuvarin M.V., Borisova E.E., Ganin D.V., Lekhanov I.A., Sukhomova T.V. Realities and prospects of dairy cattle breeding in Russia today. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of the NGIEI], 2021, no. 11 (126), pp. 72-83. (In Russian) – Text direct

18. Ruin V.A., Kistina A.A., Prytkov Y.N. The use of a probiotic complex in feeding dairy cows. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2022;(4):64-66. (In English) -Text electronic

19. Sousa V.L. Desempenho e utilização de nutrientes por vacas leiteiras suplementadas com *Bacillus subtilis*. Universidade Federal do Parana, Curitiba, (Dissertação de Mestrado). 2011. 63 p. – Text direct.

Evaluation of the zootechnical and economic effectiveness of using the Kluver Pro+ supplement in feeding replacement heifers

Belozerova Oksana Vladimirovna, postgraduate student

e-mail: 79210697429@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Subbotin Sergey Vladimirovich, Candidate of Science (Agriculture),
Chairman of the Agricultural Production Cooperative *Plemzavod Prigorodnyy*
e-mail: subbotinsergey.35@yandex.ru

Bil'kov Valentin Alekseevich, Doctor of Science (Agriculture), Professor

e-mail: vab1725@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: replacement heifers, ration, Kluver Pro+ supplement, rumen bacterial community, growth and development, profitability level

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study on the use of the Kluver Pro+ feed supplement based on live *Kluyveromyces marxianus* milk yeast in the rations of Holstein replacement heifers. The aim of the work is to assess the zootechnical and economic efficiency of probiotics used in feeding dairy and transitional growing animals. A six-month scientific and economic experiment has been conducted on three groups of heifers, 14 heads each. In addition to the basic ration in the control group, 4 and 8 g / head / day of Kluver Pro+ supplement have been additionally fed to heifers in Groups 1 and 2. It has been found that the addition of the yeast probiotics in the rations of growing animals has improved the digestibility of feed mixtures, significantly increased the digestibility coefficients of dry and organic matter, crude protein and crude fiber, the number of rumen ciliates, and prevented the colonization of the rumen by pathogenic bacteria. The absolute live weight gain during the experiment has averaged 141.5 kg for the control group, while in experimental groups 1 and 2, it has been 151.0 and 158.9 kg, respectively, with an increase of 6.7 and 12.3%. The experiment has revealed that the supplement under study has increased the average daily weight gain of breeding heifers from 786 to 839 and 882 g, respectively, and improved the animals' conformation parameters, including oblique body length, height at the withers, and chest width and depth. Based on the analysis of zootechnical and economic parameters, the Kluver Pro+ dosage of 8 g/head/day should be considered as the most effective one, achieving the highest live weight gain and increasing the production profitability to 15.6%.

Первичные результаты изучения биотехнологического потенциала эпифитных бактерий, выделенных из *anthriscus sylvestris*

Кузнецова Мария Михайловна, младший научный сотрудник
e-mail: 137lidia@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: купырь лесной, микробиом, стимуляция роста, фосфор, азот, ИУК.

Аннотация. Целью работы стало выявление перспективных штаммов бактерий для агропроизводства в условиях Нечерноземной зоны России. В качестве объекта для извлечения бактерий выбран купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), вид обладает высокой экологической устойчивостью и способностью к быстрому распространению. В рамках работы в 2025 году был проведен выезд в луговое сообщество с зарослями *A. sylvestris* (координаты площадки: 59.296602, 38.220652), собраны растительные образцы различных органов данного вида, по итогу в лаборатории выделено 27 бактериальных изолятов (13 изолятов из ризосферы и 14 из филосферы). Оценивались следующие свойства штаммов: способность синтезировать ИУК, фиксировать молекулярный азот, трансформировать фосфаты в доступную для растений форму, проявлять целлюлозо-, протео- и амилалитическую активности. Самым высоким содержанием ИУК обладал изолят КР-08-25 (123,9 мг/л). Единоновременно способностями к трансформации фосфатов, фиксации молекулярного азота и синтезу ИУК обладали 44% изолятов (15 шт.). Наиболее активным в отношении целлюлозы оказался КР-07-25, в отношении гидролиза крахмала КФ-01-25, КФ-02-25, КФ-03-25, КР-09-25. Кроме того, в исследованиях проводилась оценка свободных аминокислот в культуральной жидкости перспективных изолятов, КФ-10-25 содержание свободных аминокислот было максимальным и достигало 421,80 мг/л. Самым интересным изолятом был КР-08-25, который стимулировал прорастание семян кресс-салата на 12% относительно контроля.

Введение

Уровень развития агропромышленного сектора напрямую влияет на

способность региона обеспечивать себя продуктами питания, а также на его экономическую и политическую устойчивость. Сельское хозяйство играет ключевую роль в производстве качественных продуктов питания, кормов для животных и поддержании экологического баланса [1].

Развитие производства, расширение ассортимента и повышение качества продукции животноводства невозможно без надёжной кормовой базы. Критически важно, чтобы производство кормов соответствовало климатическим особенностям и природным ресурсам региона, превосходя потребности животноводства [2]. Совершенствование технологий выпуска кормов с высокой пищевой ценностью при одновременном применении экологически безопасных методов ухода за растениями, сохраняющих плодородие почвы, повышает конкурентоспособность аграрного сектора и способствует укреплению продовольственной безопасности [3]. АПК Вологодской области обладает значительным потенциалом и скрытыми резервами, эффективное освоение которых имеет важное значение для продовольственного обеспечения Европейского Севера России.

Производство органической продукции активно развивается, привлекая внимание как исследователей, так и производителей по всему миру. На сегодняшний день органическую продукцию производят 179 стран, а 89 из них обладают собственными нормативно-правовыми актами в этой сфере [4]. В России под органическое земледелие выделено 615,5 тыс. га – это лишь 0,3% от общей площади сельхозугодий. По оценкам Минсельхоза, в стране имеется свыше 10 млн га земель, пригодных для органического земледелия. Стратегическая оценка показывает, что наличие таких территорий создаёт выгодные условия для расширения органического сектора АПК [5], на что обязательно стоит обратить внимание аграриям.

Одной из ключевых задач агропромышленного сектора является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В качестве инструмента для решения этой задачи могут выступать биопрепараты, содержащие бактерии, способствующие стимуляции роста растений – PGPB (Plant Growth Promotion Bacteria). Работы ряда авторов показывают [6-7], что именно ризосферные и эндофитные штаммы, находясь в симбиотических связях с растениями-хозяевами, оказывают заметное воздействие на развитие и урожайность сельскохозяйственных растений [8-9]. В связи с этим поиск новых эффективных штаммов бактерий для создания микробиологических препаратов и разработка технологий их применения представляет собой важное направление сельскохозяйственной микробиологии [10].

У разных растительных семейств различные приспособления для выживания в определенных условиях. Они являются резервуаром биологического потенциала, так как разные штаммы оказывают разное

воздействие [11].

Для успешной интеграции биопрепаратов в российскую агропромышленную систему требуется выделение региональных штаммов, адаптированных к местным климатическим и почвенным условиям, а также формирование комплексных систем возделывания растений, сочетающих использование биологических и химических методов в оптимальных пропорциях [12]. Применение биопрепаратов на основе природных антагонистических бактерий не нарушает экологическое равновесие, а их воздействие на патогенные микроорганизмы в почве носит избирательный и длительный характер благодаря способности штаммов колонизировать корни растений [13].

На сегодняшний день у исследователей имеется интерес к аборигенной микрофлоре [14], т.е. к микроорганизмам, извлеченным непосредственно в пределах района применения, преимущественно с местных широко распространенных видов растений. Преимущество таких штаммов заключается в их высокой адаптации к составу почвы, в которой они будут использоваться. Кроме того, такой принцип выбора микроорганизмов, которые в последующем могут стать основой биопрепаратов, исключает введение чужеродных штаммов, способных нарушить структуру экосистемы и стать источником биоценотического загрязнения [15].

Учитывая мировые тенденции развития сельского хозяйства, особенности и потребности АПК Вологодской области, научные исследования лаборатории биоэкономики и устойчивого развития ВолНЦ РАН направлены на поиск перспективных для агропроизводства микроорганизмов и изучение их биотехнологического потенциала. В качестве растительного объекта, микробиом которого служит донором потенциально значимых бактериальных изолятов, выбран купырь лесной (*Anthriscussylvestris* (L.) Hoffm.). По своим экологическим характеристикам данный вид предпочитает условия с умеренной влажностью, питанием и температурой (является мезоацидофилом и гемиконтрастофилом), что позволяет ему занимать большие территории в условиях Нечерноземной зоны, в т.ч. Вологодской области.

Цель настоящего исследования – изучить биотехнологический потенциал эпифитных бактериальных изолятов, выделенных из различных частей *Anthriscussylvestris*. Для достижения поставленной цели автором были поставлены следующие задачи: выделить бактериальные изоляты из различных частей *A.sylvestris*; провести оценку потенциала данных изолятов в отношении стимуляции роста и развития растений, а также защиты растений от фитопатогенных организмов; отобрать наиболее ценные изоляты для дальнейшей работы.

Материалы и методика исследований

Сбор растительных образцов осуществлялся в рамках выездов в окрестности д. Мухино (Ягановское сельское поселение, Череповецкий округ, Вологодская область). Участок сбора растительных образцов был представлен луговым разнотравным сообществом. Бактерии выделялись из ризосферы и филлосферы купыря в день сбора растительных образцов.

Для сбора растительных образцов растения целиком извлекались из почвы, помещались в стерильный конверт и доставлялись в лабораторию. В лаборатории растение делилось на ризосферную и филлосферную часть. Раствор для посева готовили с использованием растительных образцов и стерильной водопроводной воды. Культивирование бактерий осуществляли на твердой питательной среде LB по Miller в термостате в течение 2–3 суток при температуре 25°C. После инкубации методом истощающего посева отсеивали на новые чашки Петри отдельные отличные изоляты.

Оценка биотехнологического потенциала бактерий включала оценку способности синтезировать фитогормоны (индолы – потенциально индолилуксусную кислоту (ИУК)), фиксировать атмосферный азот, трансформировать фосфаты, проявлять целлюлазную, амилазную и протеазную активности, а также подавлять развитие фитопатогенных организмов (родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Erwinia*, *Pseudomonas*).

Оценку способности выделенных бактерий синтезировать ИУК (индолы) осуществляли путем культивирования бактерий на питательной среде LB по Miller с добавлением триптофана (500 мг/л). На 3-е сутки культивирования производили центрифугирование (2 мин на 14000 об/мин.) и фильтрацию (Millipore, 0,22 мкм) культуральной жидкости от бактерий, далее добавляли реактив Сальковского (500:1000 мкл). Оценку содержания индолов осуществляли спектрофотометрическим методом при длине волны 540 нм, для расчета количественного содержания анализируемого вещества строили калибровочную кривую на чистом ИУК.

Способность бактерий растворять ортофосфаты кальция оценивали путем культивирования бактерий на глюкозоаспаргиновой среде Муромцева, способность бактерий к фиксации азота – на среде Эшби. Для оценки целлюлозолитической активности использовали среду Гетчинсона, для оценки амилалитической и протеолитической активности также применяли специализированные питательные среды с добавлением соответственно крахмала и казеина. Для проявления зон растворения казеина в чашки после инкубации заливали 10 мл 10% раствора трихлоруксусной кислоты, для проявления зон растворения крахмала – разбавленного раствора Люголя.

Способность бактерий подавлять развитие фитопатогенов (родов

Fusarium, *Trichoderma*, *Erwinia*) оценивали путем совместного поверхностного культивирования (метод «бруска»). Культивирование чашек осуществляли при температуре 25°С в течение 2–5 суток. Оценку осуществляли визуально: чем больше зона отсутствия патогена, тем сильнее выражены антагонистические свойства у изучаемого штамма. Лабораторные исследования проводили на базе ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолнЦ РАН.

Результаты и обсуждение

В вегетационный период 2025 года в результате экспедиции в окрестности дер. Мухино (Череповецкий округ, Вологодская область) сотрудниками лаборатории были собраны растения, а затем извлечены 27 бактериальных изолятов: 13 – из ризосферы и 14 – из филлосферы. В рамках исследований были получены чистые культуры выделенных изолятов, и проведена оценка их потенциала как в отношении стимуляции роста растений, так и в отношении подавления развития фитопатогенных грибов и бактерий.

Среди 27 бактериальных изолятов 93% обнаруживали способность синтезировать индолы (рисунок 1), при этом 56% способны к их синтезу в количестве 10 мг/л и выше, 33% – в количестве 20 мг/л и выше, 11% – в количестве 30 мг/л и выше, 7% – в количестве 50 мг/л и выше. К изолятам, способным продуцировать ИУК в большом количестве, относятся следующие: КР-08-25 (123,9 мг/л), КР-13-25 (76,6 мг/л), КФ-01-25 (36,7 мг/л), КР-02-25 (28,0), КФ-04-25 (26,3 мг/л), КФ-11-25 (26,3 мг/л) и КР-04-25 (24,3 мг/л). Известно, что ауксины участвуют в регуляции клеточного деления и дифференцировки, инициируют прорастание семян и стимулируют формирование боковых и придаточных корней. Удлинение корневой системы расширяет площадь корневого покрова, что повышает эффективность поглощения питательных веществ и обеспечивает растения необходимыми элементами питания [16].

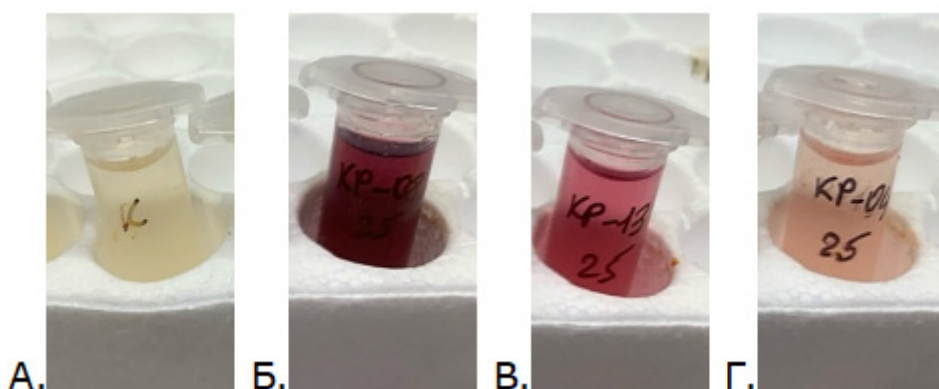


Рисунок 1 – Пример качественной реакции по способности изолятов синтезировать ИУК: А – контроль; Б – КР-08-25; В – КР-13-25; Г – КР-04-25

Среди выделенных их ризо- и филлосферы купыря бактериальных изолятов способностью фиксировать молекулярный азот обладали 70% (рисунок 2А) и 30% – трансформировать фосфаты (рисунок 2Б). При имеющейся способности к азотфиксации, данные изоляты обогащают почву доступными для растений соединениями азота, что экономически выгодно и снижает затраты на дополнительную обработку минеральными удобрениями [17]. Это же касается и содержания фосфора в почве, так как 80-90% фосфатов, вносимых в виде удобрений, сорбируются на почвенных частицах, поэтому фосфор как элемент питания остается малодоступным для растений. Для повышения его доступности растениям разрабатываются биоудобрения на основе штаммов микроорганизмов, способных мобилизовать нерастворимые почвенные фосфаты [18].

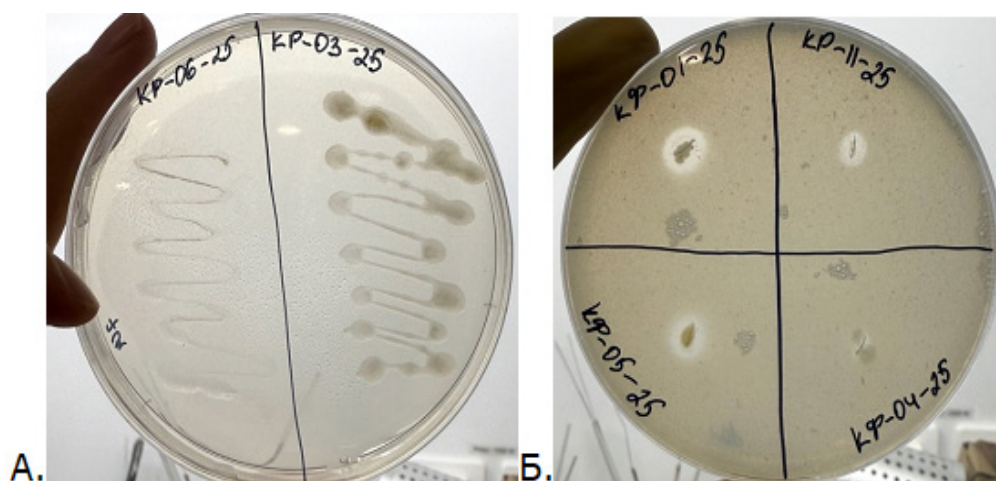


Рисунок 2 – Пример оценки способности изолятов фиксировать молекулярный азот (А: изоляты КР-06-25 и КР-03-25) и трансформировать фосфаты (Б: изоляты КФ-01-25, КР-11-25, КФ-05-25 и КФ-04-25)

Единовременно способностями к трансформации фосфатов, фиксации молекулярного азота и синтезу ИУК обладали 26% изолятов (7 шт.). При этом интересными являлись 9 изолятов, отраженных в таблице 1, а наиболее важными – 4 изолята: КФ-01-25, КФ-05-25, КФ-14-25, КР-03-25 (синтез ИУК выше 10 мг/л, при этом они способны к трансформации фосфатов и фиксации азота).

Таблица 1 – Наиболее интересные для стимуляции роста растений изоляты

Наименование штамма	Способность к		Ферментативная активность		Синтез ИУК, мг/л
	Фосфат-мобилизации	Азот-фиксации	Целлюлозо-литическая	Амилито-литическая	
КФ-01-25	+	+	15 мм	24 мм	36,7
КФ-05-25	+	+	-	-	15,8
КФ-10-25	+	+	11 мм	13 мм	5,0
КФ-14-25	+	+	17 мм	4 мм	10,7
КФ-13-25	+	+	10 мм	6 мм	5,4
КР-01-25	+	+	15 мм	3 мм	6,2
КР-03-25	+	+	-	15 мм	16,4
КР-08-25	усл.	-	-	5 мм	123,9
КР-13-25	-	-	-	15 мм	76,6

Примечание: усл. – результаты неоднозначны, требуют уточнения, но, возможно, бактерии данного штамма имеют изучаемое свойство; «+» – свойство выражено; цифриное значение – количественное значение показателя; «-» – свойство не выражено

Испытания на целлюлозолитическую активность с изолятами важны, поскольку данный показатель может отражать трансформацию органического вещества и косвенно указывать на степень плодородия почв и продуктивности биоты [19]. Амилотическая реакция – это ферментативный процесс расщепления крахмала и других полисахаридов до более простых углеводов с помощью ферментов амилаз, которые уже используются бактериями в качестве источника углерода. Крахмал является главным запасным веществом многих экономически значимых растительных культур, таких как картофель, кукуруза, рис, пшеница и др. [20]. Ферменты протеазы в почве обуславливают динамику азота, который в доступной форме выделяется при последовательном расщеплении белковых веществ [21].

Оценка ферментативной активности показала, что среди выделенных в ходе работы изолятов, 74% (20 шт., рисунок 3) проявляли целлюлозолитическую, 89% (24 шт.) – амилотическую активность. Не обнаружено ни одного штамма способного к сразу трем активностям, так как способностью к двум активностям обладают 19 изолятов. Наиболее активным в отношении целлюлозы оказались следующие изоляты (диаметр зоны гидролиза 20 мм и выше): КФ-06-25, КР-04-25, КР-06-25 и КР-07-25, в отношении гидролиза крахмала (диаметр зоны гидролиза 20 мм и выше): КФ-01-25, КФ-02-25, КФ-03-25, КР-09-25. Протеолитическую активность не проявил ни один из штаммов.

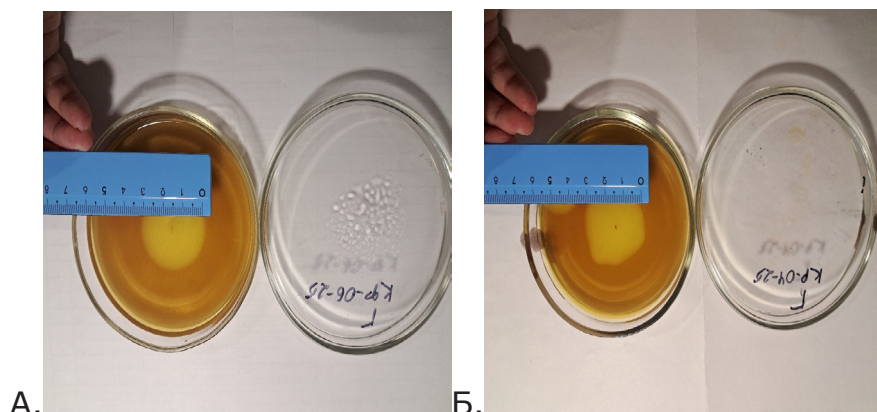


Рисунок 3 – Результаты оценки способности изолятов проявлять целлюлозолитическую активность: А – КФ-06-25; Б – КР-04-25

Результаты по изучению антагонизма в отношении рода *Trichoderma* показали наибольшую эффективность изолятов КФ-01-25 и КР-04-25, в **отношении** рода *Fusarium* – КР-04-25, а в отношении рода *Erwinia* – КФ-10-25 (рисунок 4).

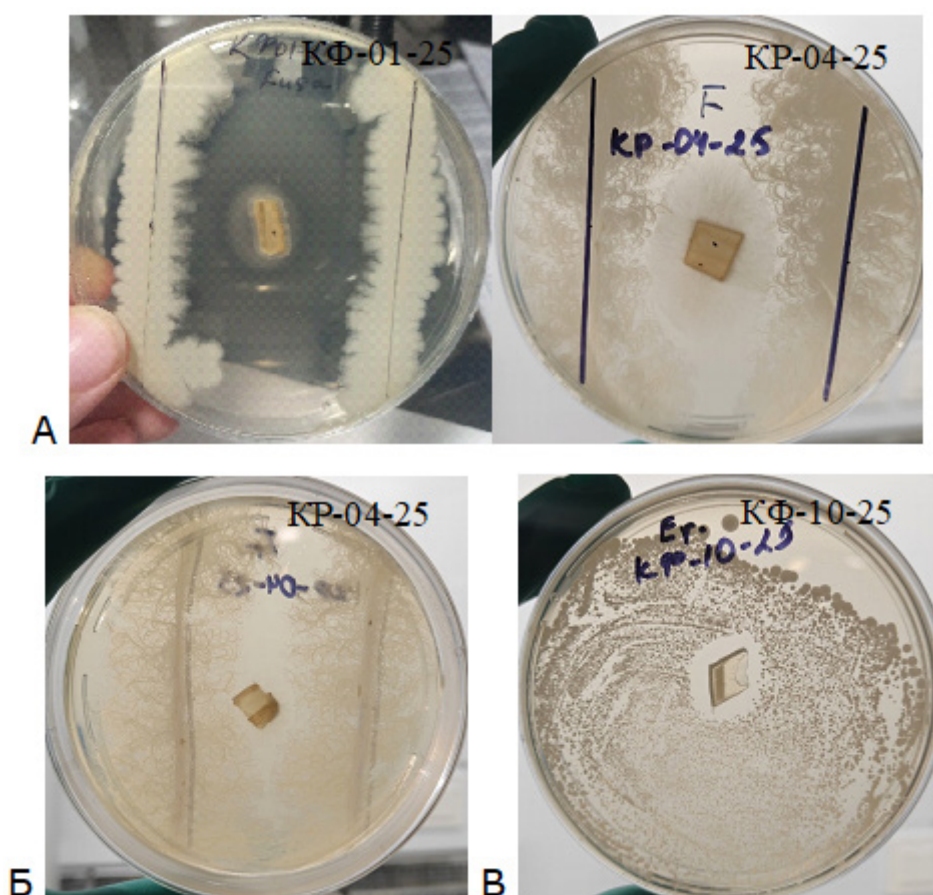


Рисунок 4 – Пример оценки способности изолятов проявлять антагонистическую активность: А – КФ-01-25 и КР-04-25 (в отношении *Fusarium*); Б – КР-04-25 (в отношении *Trichoderma*); В – КФ-10-25 (в отношении *Erwinia*)

Заключение

Таким образом, наиболее перспективными изолятами с биотехнологическим потенциалом для роста и развития растений можно выделить следующие – КФ-01-25, КФ-05-25, КФ-14-25, КР-03-25 и КР-08-25, а для защиты растений от фитопатогенных организмов – КФ-01-25, КР-04-25 и КФ-10-25. В дальнейшем сотрудниками лаборатории будет продолжена работа с оценкой штаммов на прорастание проростков ячменя и овса на начальных стадиях онтогенеза и проведением реакций для оценки их потенциала для создания биопрепаратов, в первую очередь с целью активации роста и повышения продуктивности зерновых культур.

Литература:

1. Прядильщикова, Е. Н. Возделывание рапса ярового в условиях Европейского Севера России / Е. Н. Прядильщикова, В. В. Вахрушева, Н. А. Фриева // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 4(60). – С. 131-147. – DOI 10.52231/2225-4269_2025_4_143.
2. Безгодова, И. Л. Выращивание малораспространённой культуры суданской травы в условиях Вологодской области / И. Л. Безгодова, Е. И. Куликова, Е. Н. Прядильщикова // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 4(60). – С. 36-54. – DOI: 10.52231/2225-4269_2025_4_36.
3. Шкодина, Е. П. Агроэкологические испытания нетрадиционных для Новгородского региона однолетних кормовых культур для укрепления кормовой базы в Нечерноземной зоне / Е. П. Шкодина, О. В. Балун // Аграрная наука. – 2023. – № 1. – С. 56-60. – DOI 10.32634/08698155-2023-366-1-56-60.
4. Павлов, А. Ю. Органическое сельское хозяйство как инструмент устойчивого развития сельских территорий / А. Ю. Павлов, Д. И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2. – С. 207-213.
5. Шуганов, В. М. Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий / В. М. Шуганов, А. М. Лешкенов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 31-41.
6. Rassokhina I. I., Platonov A. V., Laptev G. Y., Bolshakov V. N. Morphophysical reaction of *Hordeum vulgare* to the influence of microbial preparations / I. I. Rassokhina, A. V. Platonov, G. Y. Laptev, V. N. Bolshakov // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2020. – Vol. 11, no. 2. – P. 220-225. – DOI 10.15421/022032.
7. Platonov A. V., Rassokhina I. I., Sukhareva L. V., et al. *Bacillus megaterium* B-4801 Strain Efficiency in Growing Cereal Crops in Conditions Representative of Russia's Non-Chernozem Zone / A. V. Platonov, I. I. Rassokhina, L. V. Sukhareva [et al.] // Frontiers in Bioscience - Elite. –

2025. – Vol. 17, no. 2. – P. 33458. – DOI 10.31083/FBE33458.

8. Бушнев, А. С. О ризосфере полевых культур и факторах, влияющих на динамику ее микробиоты (обзор) / А. С. Бушнев, Д. А. Курилова, И. А. Котлярова // Масличные культуры. – 2023. – № 4 (196). – С. 97–109.

9. Смирнова И.Э., Турлыбаева З.Ж., Рахметова Я.У. Солетолерантные азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии для стимуляции роста сельскохозяйственных культур / И. Э. Смирнова, З. Ж. Турлыбаева, Я. У. Рахметова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2025. – № 10. – С. 5–10.

10. Поиск перспективных штаммов бактерий для создания новых биопрепаратов для повышения урожайности пшеницы / Л. С. Веселова, Г. В. Мирская, Ю. В. Останкова [и др.] // Научная конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». – 2020. – С. 208-211.

11. Рассохина, И. И. Потенциал бактерий рода *Pseudomonas* для использования в растениеводстве / И. И. Рассохина // АгроЗооТехника. – 2024. – Т. 7, № 3. – DOI: 10.15838/alt.2024.7.3.3.].

12. Финансово-инвестиционное обеспечение воспроизводственных процессов в агропромышленном комплексе / Н. Ю. Кожанчикова, А. А. Полякова, А. Б. Дударева, А. А. Сидорин // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – № 11 (71). – С. 357-361.

13. Штаммы PGPR *Pseudomonas*, перспективные для создания биопрепаратов для защиты и стимуляции роста растений / Т. В. Сиунова, Т. О. Анохина, О. И. Сизова [и др.] // Биотехнология. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 56–67.

14. Рассохина, И. И. Микробиом борщевика как резервуар бактерий, обладающих биотехнологическим потенциалом (обзор) / И. И. Рассохина, С. В. Ерегина, Л. В. Сухарева, А. В. Платонов // Аграрная наука. – 2026. – № 2. – С. 99–109. – DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-99-109.

15. Ахмадиев, М. В. Применение аборигенных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов при биоремедиации нефтезагрязненных почв и грунтов / М. В. Ахмадиев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 2(14). – С. 119–130.

16. Ростстимулирующая активность и металлоустойчивость изолятов бактерий из ризосферы орхидеи *Epipactis atrorubens*, произрастающей на серпентинитовых субстратах Среднего Урала / О. В. Ворopaева, Г. Г. Борисова, М. Г. Малева [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 297–313.

17. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Часть 1. Анализ и выделение перечня факторов с оценкой их приоритетности / Л. А. Хворова, А. Г. Топаж, А. В. Абрамова, К. Г. Неупокоева // Известия Алтайского государственного университета. – 2015. – № 1–1(85). – С. 187–191.
18. Фосфат-мобилизующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы / А. А. Егоршина, Р. М. Хайруллина, М. А. Лукьянцев [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2011. – Т. 4. – №. 2. – С. 172–182.
19. Аблаева, А. Р. Целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного под разными видами трав в условиях Зауралья Республики Башкортостан / А. Р. Аблаева, Р. Ф. Хасанова, Р. Р. Сафиуллина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 13–15.
20. Никитина, Е. В. Бактериальные источники амилолитических ферментов: характеристика и нетрадиционное применение / Е. В. Никитина // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 19. – С. 245–248.
21. Хазиев, Ф. Х. Экологические связи ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев // Экобиотех. – 2018. – Т. 1, № 2. – С. 80–92.

References:

1. Pryadil'shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Frieva N. A. Cultivation of spring rape under the conditions of European North of Russia. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2025, no. 4(60), pp. 131–147. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_4_143
2. Bezgodova I. L., Kulikova E. I., Pryadil'shchikova E. N. Growing the rare crop of Sudan grass in single- and binary-crop sowing under the conditions of the Vologda Region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2025, no. 4(60), pp. 36–54. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_4_36
3. Shkodina E. P., Balun O. V. Agroecological testing of annual fodder crops unconventional for the Novgorod Region to upgrade the fodder base in the non-chernozem zone. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2023, no. 1, pp. 56–60. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.32634/08698155-2023-366-1-56-60
4. Pavlov A. Yu., Zhilyakov D. I. Organic agriculture as a tool for sustainable rural development. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], 2025, no. 2, pp. 207–213. (In Russian) – Text direct
5. Shuganov V. M., Leshkenov A. M. Current state and prospects for

increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS], 2025, vol. 27, no. 1, pp. 31–41. (In Russian) – Text direct

6. Rassokhina I. I., Platonov A. V., Laptev G. Y., Bol'shakov V. N. Morphophysical reaction of *Hordeum vulgare* to the influence of microbial preparations. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 220–225. (In English) – Text electronic. DOI: 10.15421/022032

7. Platonov A. V., Rassokhina I. I., Sukhareva L. V., et al. *Bacillus megaterium* B-4801 Strain Efficiency in Growing Cereal Crops in Conditions Representative of Russia's Non-Chernozem Zone. *Frontiers in Bioscience – Elite*, 2025, vol. 17, no. 2, p. 33458. (In English) – Text electronic. DOI: 10.31083/FBE33458

8. Bushnev A. S., Kurilova D. A., Kotlyarova I. A. On the rhizosphere of field crops and factors influencing the dynamics of its microbiota (a review). *Maslichnye kul'tury* [Oil Crops], 2023, no. 4(196), pp. 97–109. (In Russian) – Text direct

9. Smirnova I. E., Turlybaeva Z. Zh., Rakhmetova Ya. U. Salt-tolerant nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria for crop growth promotion. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2025, no. 10, pp. 5–10. (In Russian) – Text direct

10. Veselova L. S., Mirskaya G. V., Ostankova Yu. V., et al. Search for promising bacterial strains to create new biopreparations for increasing wheat yields. *Nauchnaya konferentsiya «Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki»* [Proceedings of the Academic Conference on Current State, Problems and Prospects for the Development of Agricultural Science], 2020, pp. 208–211. (In Russian) – Text direct

11. Rassokhina I. I. The potential of *Pseudomonas* bacteria for the use in crop production. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2024, vol. 7, no. 3. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15838/alt.2024.7.3.3

12. Kozhanchikova N. Yu., Polyakova A. A., Dudareva A. B., Sidorin A. A. Finance and investment support of reproduction processes in the agro-industrial complex. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2017, no. 11(71), pp. 357–361. (In Russian) – Text direct

13. Siunova T. V., Anokhina T. O., Sizova O. I., et al. *Pseudomonas* PGPR strains that are promising for the development of biopreparations for plant protection and growth stimulation. *Biotehnologiya* [Biotechnology], 2017, vol. 33, no. 2, pp. 56–67. (In Russian) – Text direct

14. Rassokhina I. I., Eregina S. V., Sukhareva L. V., Platonov A. V. Hogweed microbiome as a reservoir of bacteria with biotechnological potential (a review). *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2026, no. 2, pp.

99-109. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-99-109

15. Akhmadiev M. V. The use of indigenous strains of hydrocarbon oxidizing microorganisms in bioremediation of oil-contaminated soils and grounds. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika* [PNRPU Bulletin, Applied Ecology. Urban Development], 2014, no. 2(14), pp. 119–130. (In Russian) – Text direct

16. Voropaeva O. V., Borisova G. G., Maleva M. G., et al. Growth-promoting activity and metal resistance of bacterial isolates from the rhizosphere of the *Epipactis Atrorubens* orchid growing on serpentinite substrates of the Middle Urals. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya*. [Journal of Siberian Federal University. Biology], 2022, vol. 15, no. 3, pp. 297–313. (In Russian) – Text direct

17. Khvorova L. A., Topazh A. G., Abramova A. V., Neupokoeva K. G. Approaches to description of a symbiotic nitrogen fixation. Part 1. Analysis and identification of a list of factors with an assessment of their priority. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Izvestiya of Altai State University], 2015, no. 1–1(85), pp. 187–191. (In Russian) – Text direct

18. Egorshina A. A., Khayrullina R. M., Luk'yantsev M. A., et al. Phosphate-mobilizing activity of endophytic *Bacillus subtilis* strains and their impact on the degree of mycorrhization of wheat roots. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya*. [Journal of Siberian Federal University. Biology], 2011, vol. 4, no. 2, pp. 172–182. (In Russian) – Text direct

19. Ablaeva A. R., Khasanova R. F., Safiullina R. R. Cellulolytic activity of ordinary chernozem under different types of grasses in the Trans-Urals Region of the Republic of Bashkortostan. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of Orenburg State University], 2011, no. 12(131), pp. 13–15. (In Russian) – Text direct

20. Nikitina E. V. Bacterial sources of amylolytic enzymes: characteristics and unconventional applications. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Technological University], 2015, vol. 18, no. 19, pp. 245–248. (In Russian) – Text direct

21. Khaziev F. Kh. Ecological relations of the enzymatic activity of soil. *Ekobiotekh* [EcoBioTech], 2018, vol. 1, no. 2, pp. 80–92. (In Russian) – Text direct

Initial results of a study of the biotechnological potential of epiphytic bacteria isolated from *anthriscus sylvestris*

Kuznetsova Mariya Mikhaylovna, a junior research worker

e-mail: 137lidia@gmail.com

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: wild chervil, microbiome, growth stimulation, phosphorus, nitrogen, indoleacetic acid.

Abstract. The purpose of the study is to identify promising bacterial strains for agricultural production in the Non-Chernozem Zone of Russia. The species chosen for the bacterial extraction has been a wild chervil (*Anthriscus sylvestris*), a species with high environmental stability and the ability to spread rapidly. In 2025, as part of the work, a field trip was conducted to a meadow with *A. sylvestris* thickets (site coordinates: 59.296602, 38.220652). Plant samples of various organs of this species have been collected, and 27 bacterial isolates (13 isolates from the rhizosphere and 14 ones from the phyllosphere) have been isolated in the laboratory. The following properties of the strains have been evaluated: the ability to synthesize IAA (indoleacetic acid), fix molecular nitrogen, transform phosphates into a form accessible to plants, and exhibit cellulose, protein, and amylolytic activities. The isolate KR-08-25 has had the highest IAA content (123.9 mg/l). At the same time, 44% of isolates (15 pcs.) have possessed the ability to transform phosphates, fix molecular nitrogen, and synthesize IAA. The most active isolate in relation to cellulose has been KR-07-25, and the most active isolates in relation to starch hydrolysis have been KF-01-25, KF-02-25, KF-03-25, and KR-09-25. In addition, free amino acids in the culture fluid of promising isolates have been assessed. KF-10-25 has had the highest free amino acid content, reaching 421.80 mg/l. A very promising isolate has been KR-08-25, which has stimulated the germination of water cress seeds by 12% relative to the control.

Роль современных технологии нестационарного хранения в производстве растениеводческой продукции

Новикова Алла Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник химикотоксикологического отдела ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»

e-mail: novikova-av@ARRIAN.RU

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Федеральный центр охраны здоровья животных»

Ключевые слова: зерно, кукуруза, нестационарный способ хранения, нарушение герметичности, консерванты, агробег, микотоксины, показатели безопасности

Аннотация. Неразрывная связь стандартизации с техническим прогрессом, которая осуществляется через практические исследования, создает современные технологии, направленные на эффективное использование доступных человеку ресурсов. Так, нестационарное хранение растениеводческой продукции в герметичных полимерных рукавах, которые обеспечивают защиту от осадков, стало частью агротехнологий зарубежом и в России. В статье представлен анализ аспектов современной технологии хранения растениеводческой продукции в климатических условиях Центральной России (Тамбовская область). Приведены данные полевых наблюдений за производственной площадкой и лабораторные исследования показателей качества зерна кукурузы. Установлено, что конструкции полимерных рукавов подвержены повреждениям и не могут обеспечить полную герметичность зерновой массы. Грызуны и птицы являются объектами внешней среды, которые вносят негативный вклад в процессы полевого хранения, пик их активности приходится на осень и раннее лето. Количественно-качественный анализ зерна кукурузы на микотоксины выявил наличие Т-2 токсина, Фумонизина, Зераленона и Дезоксиниваленола в разных концентрациях, где минимальное значение 0,003 мг/кг, а максимальное 0,344 мг/кг, что не превышает установленной нормы¹. Мы связываем рост микотоксинов с нарушением герметичных условий хранения зерна и попадания влаги в зерновую массу.

1 Технический регламент Таможенного Союза 015/2011 О безопасности зерна (ТР ТС 015/2011)

Введение

В последние годы у российских аграриев возрос интерес к нестационарному хранению зерна в полимерных рукавах, который распространился по центральной России, а также в Сибирском федеральном округе [9]. Ввиду интенсивного роста валового сбора зерновых культур данный способ хранения выступает альтернативным по отношению к стационарному хранению в зернохранилищах и на сегодняшний день является единственным способом, обеспечивающим длительное хранение собранного урожая больших объём зерновых масс [3, 4, 5]. По данным Центра Агроаналитики в России урожай кукурузы растёт, так в сезоне-2023-2024 гг. был рекордным (около 15,8 млн тонн), и ожидается дальнейший рост, который может вывести страну в топ-10 мировых производителей².

В связи с этим в секторе экономики АПК организовано отечественное серийное производство необходимой продукции для обеспечения нестационарного способа хранения зерна, сюда входят - полимерные рукава (агробег) и специализированная сельскохозяйственная техника по зерноупаковке и распаковке зерна [2, 6]. На российском рынке полимерных рукавов и сельскохозяйственной техники разворачивается борьба за потребителей, что способствует научно-технологическому прогрессу. Так производители предлагают Агробеги нового поколения, обеспечивающие защиту от грызунов [4].

Аграрии отмечают плюсы нестационарного хранения зерна и кормовых продуктов, это низкая инвестиционная нагрузка зерна, а также возможность организовать место хранения непосредственно на собственной производственной базе [1, 12]. Подготовка таких площадок в основном не проводится, только обеспечивается охраной. Предварительные работы с зерном проводятся по усмотрению сельскохозяйственных производителей и его возможностей (обеспечение зерноочистительными сооружениями и зерносушилками) [3, 10]. В результате не всегда в полном объёме проводится подработка зерна по влажности и сорной примеси, в связи с этим упаковка на хранение в агробегах осуществляется и влажного зерна³.

Несмотря на это, нестационарное хранение зерна имеет взаимосвязь с погодными условиями конкретного региона, которые зачастую не позволяют проводить технологические процессы

2 ВГИС Зерно официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – <https://specagro.ru/> (дата обращения: 29.11.2025). – Текст: электронный. URL: <https://specagro.ru/news/202311/urozhay-kukuruzy-v-rossii-v-sezone-202324-mozhet-stat-rekordnym>

3 Журнал «Агроинвестор» официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – <https://www.agroinvestor.ru/> (дата обращения: 19.01.2026). – Текст электронный <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/32061-spryatat-v-rukava>

(затаривание/растаривание ПР) в установленные сроки. Существует риск несанкционированной разгерметизацией агробегов за счет вмешательства грызунов и птиц, а также погодных ненастий – град. Все это может влиять на показатели качества и безопасности товарной продукции, которая находится на хранении [5, 8].

Поэтому необходимо изучить основные показатели безопасности зерна после длительного хранения в агробегах. Микотоксины считаются одними из самых опасных загрязнителей растениеводческой продукции, которые нельзя увидеть в зерне и только в сложном лабораторном анализе возможно определить его наличие. В связи с этим данный показатель является обязательными при декларировании продукции. В производственных условиях сельскохозяйственный производитель не может проводить такой анализ, поскольку для этого необходимо иметь в своей структуре высокоточное оборудование, расходные материалы, стандартные образцы, а главное узконаправленный профиль сотрудников лаборатории. В свою очередь такое зерно как кукуруза довольно часто имеет способность накапливать в себе грибы: *Fusarium* и *Aspergillus*, которые включают виды, обладающие микотоксин-продуцирующим потенциалом [7, 11].

Поскольку в российской научной литературе не представлены сведения по мониторингу показателей безопасности товарной продукции зерна кукурузы, прошедшей хранение в полевых условиях, то наши исследования направлены на восстановления этого пробела.

Цель - провести мониторинг микотоксинов в зерне кукурузы в процессе хранения в полимерных рукавах и оценить условия их герметичности.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований являлась товарная продукция, произведенная в Тамбовской области Моршанского района – зерно кукурузы. Все анализируемые объемы кукурузы были доработаны по влажности и сору на стационарных зерноочистительных установках по типу ЗАВ. После доработки зерно было загружено в полимерные рукава, процесс дозревания протекал непосредственно в емкостях ПР (рисунок 1.). Характеристика объектов исследования, представленная в таблице 1.

Таблица 1 – Установочная информация по объектам исследования

Объекты исследований	Место хранения	Влажность, %
Зерно кукурузы, урожай 2024 г		
Образец №1	Полимерный рукав 57	15,4
Образец №2	Полимерный рукав 116	15,0
Зерно кукурузы, урожай 2025 г		
Образец №3	Полимерный рукав 162	11,8
Образец №4	Полимерный рукав 47	13,9

Важным показателем при закладке на хранение является влажность, которая в основном определена периодом уборки урожая и производственными условиями сельскохозяйственного производителя. Поэтому для анализа качества хранения были выбраны разные диапазоны влажности зерна. Так урожай 2024г. имеет влажность выше базисной от 0,5 % до 0,9%, но в целом она не критично высокая в образцах №1 и №2, что не должно существенно оказать влияние на процессы хранения зерновой массы.

Анализируемые образцы зерна кукурузы отбирали по временам года (осень-зима-весна-лето) от партии зерна. За партию считали единицу агробега как условный склад для хранения. Лабораторные анализы выполнялись в лабораториях: ФГБУ «ВНИИЗЖ». При исследовании показателей безопасности использовали метод – ГОСТ 34140-2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием». При работе использовались стандартные образцы микотоксинов, производителя Witega.



Рисунок 1 – Нестационарное хранение товарной продукции в агробегах, декабрь 2024 г.

Сельскохозяйственным производителем было выбрано место размещение полимерных рукавов – земляная площадка (поле). Технология размещения агробегов предусматривает отступы не менее 1 м., которая соблюдена, что можно наблюдать на рисунке 1.

Результаты

Наблюдение за объектами исследований велось в полевых условиях, там же и забор образцов для лабораторных испытаний.

Нарушение герметичности агробегов фиксировались на протяжении всего периода хранения, с осени (ноябрь) по лета (июль), зимний период отличался минимальными случаями повреждений агробегов. Все повреждения имели локальный характер и легко восстанавливались, несмотря на это, повреждения были нанесены практически по всей длине агробегов по верхнему слою, боковому, а также нижнему, которые были обнаружены только в процесс растаривания аробегов, рисунок 2.



А



Б

Рисунок 2 – Характер повреждения агробега с нижнего слоя, снятие с хранения 2024 г.

На рисунке 2 (А) представлен процесс растаривания (распаковки) агробегов с зерном, где нижний слой агробега поднимается с земли и накручивается на оборудование, локальные повреждения стали видны только после снятия с хранения товарной продукции (Б).

Лабораторные исследования на микотоксины велись с ноября, результаты представлены в таб.2. Единица измерения микротоксинов в мг/кг, которая установлена в Техническом регламенте Таможенного Союза 015/2011 О безопасности зерна (ТР ТС 015/2011).

Таблица 2 – Динамика изменений микотоксинов в зерне кукурузы

Микотоксины	Норма, менее*	Норма, менее**	Ноябрь	Январь	Март	Май	Июль
ПЛ № 57							
Т-2 токсин	0,1	0,1	0,034	-	-	0,020	0,035
Дезоксиниваленол	1,0	0,7-1,0	0,015	-	-	-	-
Фумонизин (сумма)	5,0	4,0	-	-	-	-	-

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Зеараленон	1,0	1,0	-	-	-	-	-
ПЛ №116							
Т-2 токсин	0,1	0,1	-	0,029	0,039	0,018	0,021
Дезоксиниваленол	1,0	0,7- 1,0	-	-	-	-	-
Фумонизин (сумма)	5,0	4,0	-	0,036	0,013	-	-
Зеараленон	1,0	1,0	-	-	-	-	0,300
ПЛ № 162							
Т-2 токсин	0,1	0,1	0,003	-	0,057	0,024	0,029
Дезоксиниваленол	1,0	0,7- 1,0	0,045	-	0,278	-	-
Фумонизин (сумма)	5,0	4,0	0,267	0,035	0,010	-	-
Зеараленон	1,0	1,0				-	0,344
ПЛ № 47							
Т-2 токсин	0,1	0,1	-	-	-	0,024	0,054
Дезоксиниваленол	1,0	0,7- 1,0	-	-	-	-	0,192
Фумонизин (сумма)	5,0	4,0	-	-	-	-	-
Зеараленон	1,0	1,0	-	-	-	-	-

* Допустимые уровни на кормовые цели по ТР ТС 015/2011

**Допустимые уровни на пищевые цели по ТР ТС 015/2011

Количественный анализ партий зерна кукурузы выявил микотоксины: Т-2 токсин, Фумонизин, Зеараленон и Дезоксиниваленол, значения от меньшего к большему указаны в таб.2. Все значения не высокие и не превышают пределов допустимой нормы, установленной в ТР ТС 015/2011. Афлатоксины В1, В2, G1, G2 не выявились ни в одной из партий. Продуцирование микотоксинов регистрируется практически во все времена года, начиная с осени и заканчивая летом. Однако мы считаем, что изменение температуры окружающей среды и нарушение герметичности агробега влияет на качество хранения зерна.

Если сравнивать результаты по исходной влажности партии №ПР 162 и ПР №116, то существенной разницы в накоплении микотоксинов нет, даже в объеме зерна, который имел самый низкий уровень влажности (11,8%), количество Зеараленон составило 0,344 мг/кг, что являлось самым высоким значением из всех установленных. Такая ситуация могла сложиться ввиду условной герметичности ПР, поскольку на протяжении всего срока хранения были обнаружены отверстия в конструкциях ПР.

Выводы

Исследования показали, что в зерне кукурузы идет продуцирование

микотоксинов: Т-2 токсин, Зеараленон, Фумонизин и Дезоксиниваленон, количественное выявление имеет хаотичный порядок от большего к меньшему. Т-2 токсин обнаружен во всех партиях зерна кукурузы, прослеживается его динамика роста с весеннего по летний период хранения, которая возрастает на 20 % в одной из партии. Несмотря на это, пределы допустимого содержания не превышены как для кормовых целей, так и для продовольственных. Положительное влияние базовой влажности зерна на хранение не установлено по причине несанкционированной разгерметизации ПР. Таким образом, можно сделать выводы о допустимости длительного хранения зерна кукурузы в полевых условиях по средствам полимерных рукавов, но с повышенным контролем их целостности.

Литература:

1. Гурьева, К.Б. Значение влажностного режима при хранении хлебопродуктов для обеспечения их сохранности / К.Б. Гурьева, И.А. Тарасова, Е.А. Тарасова // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 8. С. 543-551. – DOI 10.33920/igt-01-2208-07.
2. Мировой рынок кукурузы и продуктов её переработки в контексте развития органического сельского хозяйства / А. Н. Ставцев, Х. Н. Гасанова, А. Н. Осипов, А. С. Ланкин // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2022. – № 5(87). – С. 46-54. – DOI 10.33938/225-46. – EDN KMEVHC
3. Максимова Е. Дефицит или недозагрузка // Агроинвестор. 2022. № 11. С. 21–29.
4. Новикова, А.В. Термины и определения полевого способа хранения зерна в полимерных рукавах. Хлебопродукты. 2026. № 4. 36-42. DOI 10.32462/0235-2508-2026-35-4-36-42.
5. Новикова, А.В. Анализ взаимосвязи показателей безопасности кормов с условиями хранения растениеводческого сырья. Аграрный вестник Северного Кавказа. 2025. Т. 15, № 4. 34-46. DOI 10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46.
6. Новикова, А.В. Полевое хранение зерна кукурузы в полиэтиленовых конструкциях. Аграрный научный журнал. 2025. № 3. 129-135. DOI 10.28983/asj.y2025i3pp129-135.
7. Новикова А.В., Подлипская К.В., Виноградова Е.А., Кожевникова М.В., Белоусов В.И. Оценка микробиологических показателей зерна кукурузы при полевом способе хранения. Комбикорма. 2025. (№ 9):67-70. DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-4-249
8. Новикова А.В. Причины несанкционированной разгерметизации полиэтиленовых рукавов при полевом хранении растениеводческой продукции. Health, Food & Biotechnology. 2025;7(3):50-62. <https://doi.org/10.36107/hfb.2025.i3.s279>

9. Новикова, А.В. Перспективы использования полимерных рукавов для хранения зерна в России: опыт Сибирского федерального округа. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025. Т. 15, № 1, 69-80. DOI 10.31279/2949-4796-2025-15-1-69-80

10. Попова, А. В. Основные причины появления очаговой зараженности зерновой массы в процессе длительного хранения. Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2025. Т. 14, № 1, 135-141. DOI 10.48612/sbornik-2025-1-31

11. Сезонна динаміка накопичення мікотоксинів у зерні кукурудзи / О. В. Камінська, Т. В. Марченко, М. М. Кирик, Л. В. Шевченко // . – 2020. – Vol. 12, No. 1-2. – P. 47-55. – DOI 10.31548/bio2020.01.006. – EDN CLLHRJ.

12. Chen A., Mao X., Sun Q., Wie Z., Li J., You Y., Zhao J., Ziang G., Wu Yo., Wang L., Li Ya. Alternaria Mycotoxins: An overview of toxicity, metabolism, and analysis in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021;69(28):7817-7830. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03007>

References:

1. Gur'eva K.B., Tarasova I.A., Tarasova E.A. Importance of humidity regime during storage of bread products to ensure their safety. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Food Product Specialist], 2022, no. 8, pp. 543-551. DOI 10.33920/igt-01-2208-07. (In Russian) – Text electronic

2. Stavtsev A. N., Gasanova Kh. N., Osipov A. N., Lankin A. S. The world market for corn and its processed products in the context of the development of organic agriculture. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve* [Economy, Labor, Management in Agriculture], 2022, no. 5(87), pp. 46-54. – DOI 10.33938/225-46. (In Russian) – Text electronic

3. Maksimova E. Deficit or undercapacity. *Agroinvestor* [Agroinvestor], 2022, no. 11, pp. 21–29. (In Russian) – Text direct

4. Novikova A.V. Terms and definitions of the field method of storing grain in polymer sleeves. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2026, no. 4, pp. 36-42. DOI 10.32462/0235-2508-2026-35-4-36-42. (In Russian) – Text electronic

5. Novikova A.V. Analysis of the relationship between feed safety indicators and storage conditions of plant raw materials. *Agrarnyy vestnik Severnogo Kavkaza* [Agrarian Bulletin of the North Caucasus], 2025, vol. 15, no. 4. 34-46. DOI 10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46. (In Russian) – Text electronic

6. Novikova A.V. Field storage of corn grain in polyethylene structures. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2025, no. 3, pp. 129-135. DOI 10.28983/asj.y2025i3pp129-135. (In Russian) – Text electronic

7. Novikova A.V., Podlipskaya K.V., Vinogradova E.A., Kozhevnikova

M.V., Belousov V.I. Evaluation of microbiological parameters of corn grain during field storage. *Kombikorma* [Compound Animal Feedstuffs], 2025, no. 9, pp. 67-70. DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-4-249. (In Russian) – Text electronic

8. Novikova A.V. Causes of Unauthorized Depressurization of Polyethylene Sleeves During Field Storage of Plant Products. *Health, Food & Biotechnology*, 2025, no. 7(3), pp. 50-62. DOI.org/10.36107/hfb.2025.i3.s279. (In Russian) – Text electronic

9. Novikova A.V. Prospects for using polymer sleeves for grain storage in Russia: the experience in the Siberian Federal District. *Agrarnyy vestnik Severnogo Kavkaza* [Agrarian Bulletin of the North Caucasus], 2025, vol.15, no. 1, pp.69-80. DOI 10.31279/2949-4796-2025-15-1-69-80. (In Russian) – Text electronic

10. Popova A. V. The main causes of focal infestation of grain during long-term storage. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii* [Proc. of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine]. 2025. vol. 14, no. 1, pp. 135-141. DOI 10.48612/sbornik-2025-1-31 (In Russian) – Text electronic

11. Kamins'ka O. V., Marchenko T. V., Kirik M. M., Shevchenko L. V. Seasonal dynamics of mycotoxin accumulation in corn grain. 2020, vol. 12, no. 1-2, pp. 47-55. – DOI 10.31548/bio2020.01.006. (In Ukrainian) – Text electronic

12. Chen A., Mao X., Sun Q., Wie Z., Li J., You Y., Zhao J., Ziang G., Wu Yo., Wang L., Li Ya. Alternaria Mycotoxins: An overview of toxicity, metabolism, and analysis in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021, no. 69(28), pp. 7817-7830. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03007>. (In English) – Text electronic

Role of Modern Non-Stationary Technologies in Crop Production

Novikova Alla Vladimirovna, Candidate of Science (Agriculture), Junior Researcher, Chemical Toxicology Department

e-mail: novikova-av@ARRIAH.RU

Federal State Budgetary Institution Federal Center for Animal Health

Keywords: corn, grain, non-stationary storage method, breach of tightness, preservatives, agrobag, mycotoxins, safety indicators

Abstract. The inextricable link between standardization and technological progress, achieved through practical research, creates modern technologies aimed at the efficient use of available resources. Thus, non-stationary storage of crop products in sealed polymer bags, which provide protection from precipitation, has become a part of agricultural technology both abroad and in Russia. This article presents an analysis of modern crop storage technologies in the climatic conditions of Central Russia (Tambov Region). The work gives data on the field observations of the production site and laboratory studies of corn grain quality parameters. It is established that polymer sleeve structures are susceptible to damage and cannot ensure complete grain containment. Rodents and birds are environmental factors that negatively impact field storage processes, with their peak activity occurring in autumn and early summer. A quantitative and qualitative analysis of corn grain for mycotoxins has revealed the presence of T-2 toxin, fumonisin, zeralenone, and deoxynivalenol in various concentrations, with a minimum value of 0.003 mg/kg and a maximum of 0.344 mg/kg, which does not exceed the established limits. We associate the increase in mycotoxins with a violation of hermetic grain storage conditions and moisture ingress into the grain.

Комплексное совершенствование молочно-товарного скотоводства

Базылев Михаил Владимирович, заведующий кафедрой экономики и информационных технологий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: mibazylev@yandex.ru

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Левкин Евгений Анатольевич, доцент кафедры экономики и информационных технологий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: onegin117@mail.ru

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Ханчина Алла Радионовна, доцент кафедры экономики и информационных технологий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: mibazylev@yandex.ru

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Линьков Владимир Владимирович, доцент кафедры экономики и информационных технологий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Ключевые слова: молочное скотоводство, госстатистика, совершенствование производства, экономическая эффективность.

Аннотация. Проведенными исследованиями, основанными на данных государственной статистики сельскохозяйственного развития Брестского региона, а также – собственными наблюдениями и учетами установлено, комплексное совершенствование молочно-товарного скотоводства области показывают, что в регионе имеется значительный скрытый потенциал, реализация которого позволит еще больше

увеличить продуктивность животных и добиться больших значений производственно-экономической эффективности получаемого молока. Среди основных направлений развития скотоводческой отрасли региона необходимо выделить следующие: масштабирование положительного опыта лучших агрохозяйств; осуществление тщательного анализа и составления бизнес-планов развития крупнотоварного производства в целом; внедрение инвестиционных проектов, направленных на совершенствование молочно-товарного скотоводства; выполнение технологических регламентов производства молока.

Уникальность административно-территориального, политического и социально-культурного устройства Республики Беларусь заключается в том, что сочетание разных по величине производственно-экономических факторов позволяет реализовать внутренний ресурсный потенциал развития государства в целом, постоянно изыскивая все новые и новые резервы [1, 3, 5, 7, 9, 15]. При этом в сельском хозяйстве имеют наибольшее значение природно-климатические, биологические, технико-технологические и антропогенные факторы, которые оказывают непосредственное стимулирующее воздействие на экономику каждого, отдельно взятого региона страны [6, 8, 9, 10, 12, 16, 20, 22, 23, 24, 27]. В этой связи, представленные на рассмотрение результаты исследований по изучению комплексного развития молочно-товарного скотоводства Брестского региона, направленного на совершенствование отрасли, являются актуальными, полученными на основании создания новых знаний и практического опыта в молочно-товарном скотоводстве затрагивающими непосредственный профессиональный интерес большого числа руководителей, главных и отраслевых специалистов крупнотоварных агроорганизаций.

Цель и задачи исследований

Основная цель исследований заключалась в анализе опыта производственно-экономического, комплексного совершенствования молочного скотоводства Брестской области. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: производилось изучение данных показателей статистики по Брестской области, касающихся производственных показателей отрасли молочного скотоводства; осуществлялся анализ полученных данных и их интерпретация.

Материал и методы исследований

Исследования производились при изучении показателей государственной статистической информации по отрасли молочного скотоводства Брестской области за 2020–2025 годы. Исследования включали собственные наблюдения и учеты, а также – использование производственной информации отдельных крупнотоварных сельскохозяйственных организаций Брестского региона, почерпнутой

из годовых отчетов предприятий. Методика исследований общепринятая. Расчеты критериев достоверности осуществлялись методом дисперсионного анализа с помощью пакета анализа данных MS Excel. Визуализация и отдельные элементы анализа производились с использованием нейросетевой платформы QwenChat, при изучении оригинальных данных статистики (обработанной информации). Методологическая база исследований состояла из использования методов сравнения, логического, монографического, прикладной математической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями было установлено, что Брестский регион Республики Беларусь в последние годы показывает очень значительные темпы роста отрасли молочного скотоводства, постепенно поднимаясь по целому ряду показателей на первые строки общереспубликанского рейтинга. Вместе с тем, в регионе имеются и проблемы отрасли, включая падеж скота, неполную загруженность мощностей перерабатывающей промышленности, острую нехватку высококвалифицированных специалистов сельскохозяйственного производства, включая агрономов, инженеров, экономистов, зооинженеров, ветеринарных врачей и, кадры других профессий [6, 7, 15, 19, 22].

В целом, формирование анализируемой базы данных позволило установить следующее (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика поголовья коров в сельскохозяйственных организациях Брестского региона, на конец года тыс. голов (составлено по [21] и собственным расчетам)*

Административные районы	Годы исследований					2024 г. в % к 2020 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Барановичский	20,60	20,60	20,70	20,72	20,54	99,7
Березовский	13,90	14,24	14,42	14,77	14,87	107,0
Брестский	15,78	15,86	15,91	15,95	15,97	101,2
Ганцевичский	6,77	6,83	7,07	7,23	7,49	110,6
Дрогичинский	18,16	18,39	18,60	18,59	18,38	101,2
Жабинковский	9,86	9,89	10,00	10,11	10,15	102,9
Ивановский	18,06	18,14	18,10	18,14	18,13	100,4
Ивацевичский	19,30	19,31	19,28	19,30	19,30	100,0
Каменецкий	20,36	20,51	20,60	21,10	21,41	105,2
Кобринский	21,52	22,01	22,89	23,17	23,47	109,1
Лунинецкий	15,97	16,10	16,24	16,44	16,73	106,8
Ляховичский	10,01	9,82	9,86	10,22	11,03	110,2
Малоритский	12,81	12,81	12,91	12,92	12,94	101,0
Пинский	27,94	28,62	29,00	29,05	29,10	104,2
Пружанский	36,82	36,40	36,81	36,87	36,77	99,9
Столинский	21,82	22,21	22,96	24,05	24,44	112,0
Итого по области	289,7	291,7	295,4	298,6	300,7	103,8
Среднее, М	18,11	18,23	18,46	18,66	18,80	103,8
НСР ₀₅	7,08	7,10	7,21	7,22	7,15	4,16

Из таблицы 1 видно, что один из очень важных показателей скотоводческой деятельности крупнотоварных агроорганизаций Брестчины – численность поголовья коров (в разрезе административно-территориальных единиц), находится в постоянной динамике, постепенно, можно сказать, достаточно осторожно, увеличиваясь: за годы исследований рост численности в среднем составил 3,8%. Вместе с этим, в отдельных районах Брестского региона наблюдается достоверно более высокая численность поголовья дойного стада коров (относительно средней): это Пинский и Пружанский районы (за все годы исследований). При этом в Пинском районе наблюдался незначительный, но также устойчивый рост численности (прирост на 4,2% за годы исследований). В Пружанском районе – стабилизация численности. Достоверно низкая (относительно средней статистической) численность коров имела в Ляховичском и, особенно – в Ганцевичском районах, с показателями от 6,77 тыс. голов, до 11,03 тыс. голов. Поэтому вполне логичным является то, что именно в этих районах наблюдалась наибольшая динамика увеличения численности коров, подтвержденная гипотезой: в Ганцевичском районе – за годы исследований прирост составил 10,6%, в Ляховичском 10,2%. Вопреки ожиданиям, в Столинском районе произошло наибольшее увеличение численности поголовья

коров, при относительно большом стаде в 2020-м году – в 21 тыс. 820 голов, постепенно число их возросло и составило на конец 2024 года 24 тыс. 440 голов (прирост 12,0%). Здесь животноводы и сопутствующие (инфраструктурно-обслуживающие молочное скотоводство отрасли производства сельскохозяйственной продукции, а также – ее переработки) полностью выполнили требования регламентов производства. Однако причинно-следственная связь такого положения дел кроется не только в этом. В условиях изменяющегося климата, постепенном переходе на шестой технологический уклад, не слишком изменилась роль природно-ресурсного потенциале отдельных районов Брестской области и региона в целом, включающем площади сельскохозяйственных угодий административно-территориальных единиц, качественные характеристики земель, факторы климата и погоды, производственно-экономической эффективности взаимодействующее работающих отраслей растениеводства и животноводства [6, 7, 9, 15, 16, 19, 23]. В частности, на рисунке 1 наглядно показаны месторасположения административных районов (а главное – общие площади районов) Брестской области.



Рисунок 1 – Административно-территориальное деление Брестской области Республики Беларусь, визуализация площади районов (составлено по [2])

Наибольшие по площади районы (практически в пять раз большие по сравнению, например с Жабинковским, или в два-три раза – по сравнению с Малоритским и Березовским районами) – это Ивацевичский, Пинский, Пружанский, Столинский и т. д. Кроме того, районы неравномерно распределяются по индексу земельно-ресурсного потенциала (ЗРП) [9]. Например, Брестский и Ляховичский районы имеют высокий индекс ЗРП, а Ивановский – низкий. При

этом, накладывается отпечаток бонификационной оценки (качества сельскохозяйственных земель), по которой, например Ляховичский района в среднем имеет 37,1 балла пашни, а Лунинецкий только 24,9 балла [12]. Что влечет за собой целый шлейф определенных затруднений при выполнении производственно-технологических и экономических задач, направленных на развитие животноводства [1, 5, 7, 11, 15, 17, 19, 22, 25, 27]. По эффективности производства продукции животноводства особенно положительно выделяются Барановичский, Брестский и Каменецкий районы, отрицательно (относительно средних областных показателей) выделяются: Ганцевичский, Дрогичинский, Малоритский, Лунинецкий, Пинский и Столинский районы [9].

К главным факторам, предполагающим неуклонный рост численности поголовья коров дойного стада можно отнести следующие (для наглядности представленные в виде рисунка 2): развитие кормовой базы; использование автоматизированных технологий технологических расчетов в животноводстве, включая составление адресных рационов, комбикормов и премиксов; научно-обоснованный подход селекционно-племенной работы (расширенное воспроизводство и т. д.); включение бизнес-планирование развития агрохозяйств в Государственную программу, позволяющую осуществлять реконструкции уже имеющихся животноводческих ферм и, строить новые комплексы; использование в отдельных агропредприятиях агрокластеризационного подхода в производстве сельскохозяйственной продукции (сырья для переработки), осуществление переработки получаемой агропродукции и ее реализация в собственной (или дилерской) торговой сети, что позволит в целом создать здоровую конкурентную среду среди переработчиков, становясь основой для еще большего увеличения качества продовольственных продуктов.



Рисунок 2 – Важнейшие факторы инфраструктурного формирования и наращивания численности поголовья коров (составлено по [1, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 26] и новым собственным исследованиям)

Как видно из рисунка 2, при таком подходе основная ставка делается на системно-комплексный подходы создания такой инфраструктурной среды (внешней и внутренней среды предприятия), в которой, уже изначально-обусловлены заданные параметры входа-выхода в систему, с достижением благоприятного в экономическом отношении конечного результата производственно-экономической деятельности агрохозяйства. В такое инфраструктуре учитывается не только своевременная модернизация производственного процесса производства в целом, но и внедрение комплексных инновационных технологий, касающихся кормовой базы, генетики и племенной работы с животными, направленное, научно-обоснованное выращивание ремонтного молодняка, тщательное соблюдение технологических регламентов производства, постоянное повышение компетенций трудоресурсного состава работников, исключительно-жесткая производственная и социокультурная дисциплина.

В таблице 2 представлена динамика среднегодового удоя молока в анализируемых районах Брестской области.

Таблица 2 – Динамика среднегодового удоя молока от коровы в сельскохозяйственных организациях Брестского региона, ц (составлено по [21] и собственным расчетам)

Административные районы	Годы исследований					2024 г. в % к 2020 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Барановичский	61,7	60,8	60,8	65,3	68,7	111,3
Березовский	67,4	69,7	72,9	75,1	80,9	120,0
Брестский	80,7	79,9	82,5	86,8	90,3	111,9
Ганцевичский	54,6	52,7	52,9	57,7	63,5	116,3
Дрогичинский	58,8	61,6	65,8	72,5	76,1	129,4
Жабинковский	73,4	72,3	73,1	77,3	80,3	109,4
Ивановский	76,2	80,4	83,0	87,1	95,2	124,9
Ивацевичский	58,2	61,0	64,9	69,2	75,7	130,1
Каменецкий	73,9	73,5	73,2	77,9	84,9	114,9
Кобринский	61,2	62,2	64,0	71,2	74,6	121,9
Лунинецкий	58,1	59,8	62,1	66,9	71,3	122,7
Ляховичский	51,4	54,6	56,5	60,8	66,8	130,0
Малоритский	65,9	66,5	68,7	73,9	77,3	117,3
Пинский	60,1	61,2	62,8	66,8	71,1	118,3
Пружанский	67,0	67,0	69,7	74,1	78,7	117,5
Столинский	60,3	62,0	68,0	73,2	76,2	126,4
Итого по области	1028,9	1045,2	1080,9	1155,8	1231,6	119,7
Среднее, М	64,31	65,33	67,56	72,24	76,98	119,7
НСР ₀₅	7,99	7,80	7,97	7,76	8,03	6,50

Анализ таблицы 2 показывает, что достоверно высокий уровень прироста среднегодового удоя молока от коровы достигнут в следующих районах Брестской области: Дрогичинский (увеличение за годы исследований на 29,4%), Ивацевичский (+30,1%), Ляховичский (+30,0%) и Столинский (+26,4%). При этом наиболее высоких показателей среднегодового удоя молока, подтвержденного гипотезой, достигли в Брестском районе (90,3 ц по состоянию на 2024 год) и Ивановском районе – (95,2 ц). Достоверно меньшие показатели среднегодового удоя, относительно среднеобластного уровня получены в Барановичском районе (68,7 ц), Ганцевичском (63,5 ц), Ляховичском (66,8 ц). Главные причины такого состояния дел заключались в отсталости техногенной производственной базы, модернизация которой позволяет выправить положение. В настоящее время, по состоянию на начало 2026 года в отстающем Ляховичском районе введена в строй современная молочно-товарная ферма в СУП «Липнянка», в ОАО «Жеребковичи» построены профилакторий для телят и, оснащенное по последнему слову техники – здание для сухостойных коров, в ОАО «Путь новый» – молочно-товарный комплекс. Всего же в отмеченном районе функционируют 13 молочно-товарных комплексов с доильными залами, где размещено $\frac{3}{4}$ всего поголовья коров административно-территориальной единицы.

Рассматривая динамику производства молока в агрохозяйствах Брестчины (таблица 3), можно отметить, что достоверно высоких положительных показателей в динамике достигли только в Столинском районе (прирост на 44,9%). За 2024 год в этом районе произведено 188 тыс. т из 2323,2 тыс. т по области в целом, что составляет 8,1% от общего объема производимого в регионе молока.

Таблица 3 – Динамика производства молока в сельскохозяйственных организациях Брестского региона, тыс. т (составлено по [21] и собственным расчетам)

Административные районы	Годы исследований					2024 г. в % к 2020 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Барановичский	126,4	124,9	125,3	134,5	141,0	111,6
Березовский	92,9	97,9	104,7	110,1	119,5	128,6
Брестский	128,0	127,7	132,4	140,0	146,8	114,7
Ганцевичский	36,4	36,3	38,4	42,9	47,7	131,0
Дрогичинский	104,9	110,9	119,6	133,9	140,2	133,7
Жабинковский	72,1	71,5	72,0	77,6	81,5	113,0
Ивановский	127,3	134,8	141,1	149,4	164,8	129,5
Ивацевичский	113,2	118,7	126,4	135,2	149,1	131,7
Каменецкий	150,3	150,2	150,2	162,2	180,9	120,4
Кобринский	130,9	135,6	142,9	166,1	175,4	134,0
Лунинецкий	90,7	94,1	98,7	107,5	116,3	128,2
Ляховичский	54,6	55,2	56,4	62,7	71,9	131,7
Малоритский	84,5	85,2	88,5	96,4	102,3	121,1
Пинский	164,8	174,7	180,2	193,7	206,6	125,4
Пружанский	248,1	247,2	257,6	276,4	291,2	117,4
Столинский	129,7	136,0	151,8	175,2	188,0	144,9
Итого по области	1854,8	1900,9	1986,2	2163,8	2323,2	125,3
Среднее, М	115,93	118,81	124,14	135,24	145,20	125,3
НСР ₀₅	47,52	48,01	50,05	54,12	56,91	8,76

Из таблицы 3 также видно, что большое молоко получено в Кобринском, Каменецком, и особенно – в Пинском и Пружанском районах, соответственно по состоянию на конец 2024 г.: 175,4 т, 180,9 т., и 206,6 т, 291,2 т, тем не менее, исследования показывают, что молокоперерабатывающие предприятия, использующие территориально-ресурсное сырье (молоко-сырье), загружены только на 75–80%.

Анализ потенциала роста показателей производства молочно-товарной продукции (динамики поголовья коров) в наиболее продвинутых агрохозяйствах Брестского региона представлен в таблице 4.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Таблица 4 – Производственные показатели молочно-товарного скотоводства в наиболее передовых агропредприятиях Брестской области: динамика поголовья коров (составлено по собственным исследованиям и расчетам)*

Агропредприятия	Годы исследований					2025 г. в % к 2021 г.
	2021	2022	2023	2024	2025	
УП «Молодово-Агро» Ивановского района	1027	1037	1100	1130	1353	131,7
СПК «Восходящая Заря» Кобринского района	1600	1600	1640	1690	1690	105,6
ОАО «Парохонское» Пинского района	5228	5275	5325	5350	5350	102,3
ОАО «За мир» Брестского района	770	770	770	770	770	100,0
ОАО «Остромечево» Брестского района	3710	3720	3770	3800	3825	103,1
ОАО «Барановичская птицефабрика» Барановичского района	1073	1073	1073	1073	1073	100,0
ОАО «Телеханы-Агро» Ивацевичского района	1275	1280	1285	1290	1300	102,0
СПК «Доропеевичи» Малоритского района	1180	1191	1203	1218	1239	105,0
ОАО «Шени-агропродукт» Пружанского района	2500	2500	2500	2500	2500	100,0
ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района	1500	1500	1500	1500	1515	101,0
ОАО «Псыщево Агро» Ивановского района	1000	1016	1000	1050	1100	110,0
УП «Ляховичское-Агро» Ивановского района	1575	1575	1575	1575	1580	100,3
ОАО «Горбаха» Ивановского района	2000	2000	2000	2100	2100	105,0
ОАО «Савушкина пуща» Каменецкого района	3400	3400	3800	4000	4200	123,5
ОАО «Ополь-Агро» Ивановского района	1305	1305	1305	1305	1305	100,0
СПК «Ляховичский» Ляховичского района	1014	1070	1200	1250	1275	125,7
Среднее, М	1884,8	1894,5	1940,4	1975,1	2010,9	107,2
НСР ₀₅	1196,5	1201,4	1240,8	1260,8	1270,8	10,0

* - С учетом охвата предыдущего периода (таблица 1-3) и последующего периода 2025 года таблица 4 и 6.

Из таблицы 4 можно сделать следующие выводы: 1) Даже самые передовые хозяйства Брестского региона имеют значительные различия по поголовью коров. В частности, достоверно высокие значения (относительно средней) наблюдаются в ОАО «Парохонское» Пинского района (5350 голов), в ОАО «Остромечево» Брестского района 3825 голов), в ОАО «Савушкина пуца» Каменецкого района (4200 голов). При этом наибольший, достоверно обозначенный прирост животных основного стада за годы исследований наблюдался в УП «Молодово-Агро» Ивановского района (31,7%), в ОАО «Псыщево Агро» Ивановского района (10,0%), ОАО «Савушкина пуца» Каменецкого района (23,5%) и СПК «Ляховичский» Ляховичского района (25,7%). К основным причинам такого расширенного воспроизводства скотоводческой деятельности региона можно отнести следующие: интенсивное строительство суперсовременных молочно-товарных комплексов; внедрение технологий беспривязного содержания скота с доением в залах; широкомасштабное использование высокопродуктивного скота, оптимизация и унификация селекционно-племенной работы. Вместе с этим, в отдельных агрохозяйствах рост численности поголовья ограничивается сверхнормативной выбраковкой животных основного стада вследствие различных заболеваний.

Масштабная модернизация скотоводства Брестского региона может быть осуществлена с использованием научно-обоснованных, юридических и экономических подходов в направлении инвестиций в основные средства (таблица 5).

Таблица 5 – Отдельные направления структуры инвестиций в основной капитал по Брестской области за годы исследований, в % к итогу (составлено по [4] и собственным расчетам)

Виды экономической деятельности	Годы исследований				2024 г. в п.п. к 2021 году
	2021	2022	2023	2024	
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	25,8	28,3	27,3	27,6	+1,8
Промышленность	31,0	26,8	26,6	28,1	-2,9
Операции с недвижимым имуществом	23,1	25,4	21,0	24,6	+1,5
Оптовая и розничная торговля	2,9	2,4	2,3	2,8	-0,1
Образование	1,2	1,6	1,3	1,5	+0,3
Итого по выборке	84,0	84,5	78,5	84,6	+0,6

Из таблицы 5 можно сделать следующий, главный вывод: инвестиции в основной капитал в сельскохозяйственное производство имеют значительный удельный вес (27,6% от всех инвестиций, поступающих в народное хозяйство), и самый высокий уровень прироста за 2021–2024 гг., в размере +1,8 процентных пункта. Естественно, что

от этого потока финансовых вложений в сельское хозяйство в целом, в скотоводческую отрасль попадает значительная часть, являющаяся главным стимулирующим активом, создающим инфраструктурные предпосылки производственно-технологического и социально-экономического развития отрасли.

Изучение динамики среднегодового удоя молока от коровы в разрезе анализируемых агрохозяйств Брестского региона (таблица 6) позволяет наметить ориентиры, на которые может быть направлен вектор развития молочно-товарной отрасли.

Таблица 6 – Среднестатистические производственные показатели молочно-товарного скотоводства в наиболее передовых агропредприятиях Брестской области: динамика среднегодового удоя молока от коровы, ц (составлено по собственным исследованиям и расчетам)*

Агропредприятия	Годы исследований					2025 г. в % к 2021 г.
	2021	2022	2023	2024	2025	
УП «Молодово-Агро» Ивановского района	123,7	131,0	120,8	125,9	134,2	108,5
СПК «Восходящая Заря» Кобринского района	93,4	101,5	108,8	117,2	120,6	129,1
ОАО «Парохонское» Пинского района	79,7	83,5	100,7	108,7	117,2	147,1
ОАО «За мир» Брестского района	84,6	87,9	89,3	95,6	98,0	115,8
ОАО «Остромечево» Брестского района	89,2	90,8	97,1	100,8	109,1	122,3
ОАО «Барановичская птицефабрика» Барановичского района	87,1	89,4	93,3	95,3	99,2	113,9
ОАО «Телеханы-Агро» Ивацевичского района	52,3	63,1	79,0	95,2	105,4	201,5
СПК «Доропеевичи» Малоритского района	86,0	88,8	93,5	95,1	107,8	125,3
ОАО «Шени-агропродукт» Пружанского района	75,4	75,7	80,8	94,3	97,5	129,3
ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района	84,4	83,0	88,0	94,1	102,6	121,6
ОАО «Псыщево Агро» Ивановского района	79,7	82,1	86,0	93,8	100,1	125,6
УП «Ляховичское-Агро» Ивановского района	81,5	84,1	87,5	93,1	103,3	126,7
ОАО «Горбаха» Ивановского района	76,5	81,7	86,2	93,0	101,2	132,3

ОАО «Савушкина пуща» Каменецкого района	85,8	75,1	81,4	92,8	93,4	108,9
ОАО «Ополь-Агро» Ивановского района	80,8	82,7	86,8	92,5	100,2	124,0
СПК «Ляховичский» Ляховичского района	86,6	88,5	89,2	92,2	98,1	113,3
Среднее, М	84,2	86,8	91,8	98,7	105,5	127,8
НСР ₀₅	13,5	14,0	10,5	9,6	10,2	21,2

Анализ таблицы 6 показывает, что по среднегодовому удою молока на корову достоверно положительной динамикой выделяется только одно агрохозяйство – ОАО «Телеханы-Агро» Ивацевичского района (практически удвоившего удой за годы исследований – в 2021 году он составил 52,3 ц, а в 2025 году – уже 105,4 ц). Тем не менее, наибольших значений (подтвержденных гипотезой) в показателе среднегодового удоя молока от коровы достигли следующие предприятия: ОАО «Парохонское» Пинского района (117,2 ц), СПК «Восходящая Заря» Кобринского района (120,6 ц) и, особенно – УП «Молодово-Агро» Ивановского района (134,2 ц).

Оценка усредненных производственно-экономических показателей молочного скотоводства Брестской области представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Среднестатистические производственные и экономические показатели молочно-товарного скотоводства в наиболее передовых агропредприятиях Брестской области (составлено по собственным исследованиям и расчетам)*

Агропредприятия	Анализируемые показатели	
	Удой, ц	Рентабельность, %
УП «Молодово-Агро» Ивановского района	127,1	58,6
СПК «Восходящая Заря» Кобринского района	108,3	47,9
ОАО «Парохонское» Пинского района	98,0	37,9
ОАО «За мир» Брестского района	91,1	24,3
ОАО «Остромечево» Брестского района	97,4	44,2
ОАО «Барановичская птицефабрика» Барановичского района	92,9	21,7
ОАО «Телеханы-Агро» Ивацевичского района	79,0	15,8
СПК «Доропеевичи» Малоритского района	94,2	30,5
ОАО «Шени-агропродукт» Пружанского района	84,7	32,3
ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района	90,4	31,0
ОАО «Псыщево Агро» Ивановского района	88,3	38,6

УП «Ляховичское-Агро» Ивановского района	89,9	21,4
ОАО «Горбаха» Ивановского района	87,7	26,4
ОАО «Савушкина пуща» Каменецкого района	85,7	23,9
ОАО «Ополь-Агро» Ивановского района	88,6	29,1
СПК «Ляховичский» Ляховичского района	90,9	31,2
Среднее, М	93,4	32,2
НСР ₀₅	10,8	10,7

*- показатель среднегодового удоя молока от коровы (среднее за годы исследований), ц; рентабельность.

Из таблицы 7 следует, что лидеры региона по удою, достигают и наиболее высоких экономических значений уровня рентабельности производства молока: УП «Молодovo-Агро» Ивановского района (средний удой за годы исследований удой 127,1 ц, средний уровень рентабельности за годы исследований 58,6%, соответственно – СПК «Восходящая Заря» Кобринского района 108,3 ц и, 47,9%.

Для более детального анализа и наглядности представленные в таблице 7 показатели были обработаны методом искусственного интеллекта (рисунок 3).

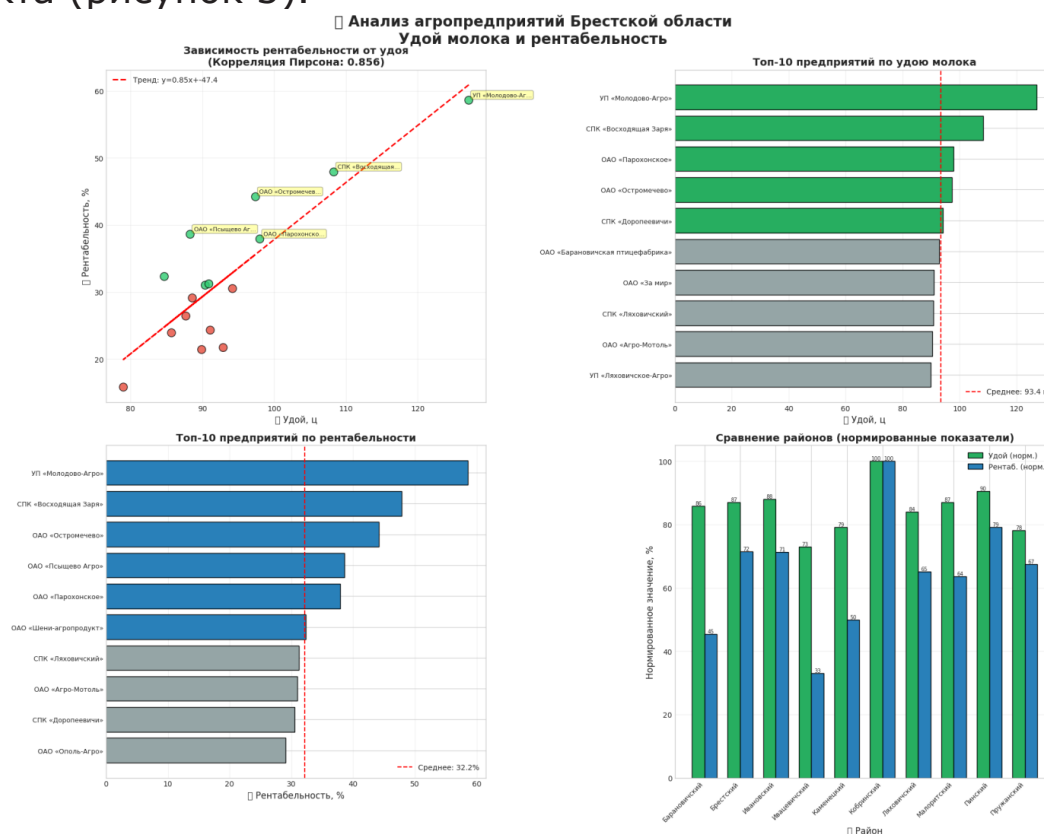


Рисунок 3 – Визуализация среднестатистических производственно-экономических показателей по лучшим скотоводческим агропредприятиям Брестского региона.

Из рисунка 3 следует, что по корреляции Пирсона $r=0,856$ (при r -подтвержденной гипотезой) – то есть, сильная положительная взаимосвязь между удоем и рентабельностью производства молока. В разрезе административных районов, явный лидер – Ивановский район, насчитывающий 6 из 16-ти агрохозяйств, выступающих в роли авангарда молочно-товарного скотоводства Брестчины. Вместе с тем, в этом районе наблюдается также и высокая вариативность, от лидера УП «Молодово-Агро», до «аутсайдеров», таких, как УП «Ляховичское-Агро» Ивановского района и, ОАО «Телеханы-Агро», впрочем, демонстрирующих в целом высокие (но не рекордные) показатели, как удою, так и уровня производственно-экономической эффективности получения молока.

К основным выводам можно отнести следующие: осуществить полномасштабную работу по популяризации лучших производственных практик УП «Молодово-Агро» Ивановского района и СПК «Восходящая Заря» Кобринского района в виде областных производственных семинаров, базирующихся на отмеченных агропредприятиях; осуществить тщательный анализ всей производственно-хозяйственной деятельности отстающих от лидеров предприятий с разработкой и внедрением перспективных бизнес-планов последующего прогрессивного развития агрохозяйств; провести интенсивную кампанию по осуществлению инвестиционных бизнес-проектов в развитие отрасли молочного скотоводства в Ивацевичский район, имеющий наиболее восприимчивый потенциал для модернизации производства; добиваться неукоснительного выполнения технологических регламентов производства молока, способствующих повышению продуктивности стада.

Заключение

Таким образом, рассмотренные позиции комплексного совершенствования молочно-товарного скотоводства Брестской области показывают, что в регионе имеется значительный скрытый потенциал, реализация которого позволит еще больше увеличить продуктивность животных и добиться больших значений производственно-экономической эффективности получаемого молока. При этом, среди основных направлений развития скотоводческой отрасли региона особенно выделяются следующие: масштабирование опыта лучших агрохозяйств; осуществление тщательного анализа и составления бизнес-планов развития крупнотоварного производства в целом; внедрение инвестиционных проектов, направленных на совершенствование молочно-товарного скотоводства; выполнение технологических регламентов производства молока.

Литература:

1. Авангардные драйверы молочно-товарного скотоводства Ви-

тебской области: направления интенсивного развития отрасли. Часть 1 / М. В. Базылев, В. Н. Минаков, Е. А. Левкин [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2025. – № 2. – С. 23–28.

2. Административно-районная карта Брестской области [Электронный ресурс] / Яндекс Картинки. – 2026. – 1 с. – Режим доступа : yandex.by. – Дата доступа : 22.03.2026.

3. Анализ молочной продуктивности коров и перспективы повышения ее эффективности / Е. А. Левкин, М. В. Базылев, А. Р. Ханчина, В. В. Линьков // Молочнохозяйственный вестник. – 2026. – № 1. – С. 24–47.

4. Брестская область в цифрах: статистический справочник / Председатель редакционной коллегии О. Н. Вилавская. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь; Главное статистическое управление Брестской области, 2025. – 76 с.

5. Влияние различных технологий доения и содержания коров на их молочную продуктивность / Ю. В. Истранин, Ж. А. Истранина, В. Н. Минаков, С. Г. Лебедев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 3. – С. 53–58.

6. Вопросы VI технологического уклада: инновации : монография / М. В. Базылев, Д. С. Воронюк, Н. С. Головин [и др.] ; Под общ. ред. проф. М. В. Орешкина. – Луганск : ИП Орехов Д.А., 2025. – 308 с.

7. Горбатовский, А. Потенциал роста экономической эффективности животноводства Беларуси / А. Горбатовский // Экономический потенциал эффективного и устойчивого животноводства Республики Беларусь : тезисы докладов круглого стола (Минск, 12 июня 2024 г.). – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2024. – С. 7–8.

8. Гусаров, И. В. Сложная кормовая смесь в кормлении высокопродуктивных молочных коров / И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 4. – С. 98–114.

9. Заруцкий, С. А. Земельно-ресурсный потенциал и эффективность его использования в Брестской области / С. А. Заруцкий // Вестник Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2012. – № 2. – С. 100–107.

10. Казакевич, П. П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы : монография / П. П. Казакевич, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка. – Жодино : РУП Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, 2021. – 245 с.

11. Кудрин, М. Процессный подход на ферме / М. Кудрин, А. Костин, В. Петров // Животноводство России. – 2026. – № 1. – С. 49–50.

12. Овинников, В. А. Механизм финансовой поддержки развития инновационной деятельности предприятий агропромышленного ком-

плекса / В. А. Овинников // Вестник Вятского ГАТУ. – 2023. – № 2. – С. 14.

13. О Государственной программе «АПК будущего на 2026–2030 годы» [Электронный ресурс] / Постановление Совета Министров Республики Беларусь 31 декабря 2025 г. № 814. – 2025. – 170 с. – Режим доступа : <https://mshp.gov.by/uploads/Files/prog/gp2026-2030.pdf> . – Дата доступа : 30.03.2026.

14. Оценка плодородия пахотных земель Беларуси / Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, С. В. Дыдышко, Д. В. Матыченков // Приложение к журналу «Земледелие и растениеводство». – 2022. – № 4. – С. 3–9.

15. Портной, А. Инновационное развитие животноводства / А. Портной // Экономический потенциал эффективного и устойчивого животноводства Республики Беларусь : тезисы докладов круглого стола (Минск, 12 июня 2024 г.). – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2024. – С. 30–31.

16. Селекционные компоненты племенной работы в молочнотоварном скотоводстве: практическое применение и экономика / М. В. Базылев, Е. А. Левкин, М. В. Орешкин [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интегративного животноводства : сборник трудов IV Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 27–28 марта 2025 г.) : в 3 ч. / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск : Брянский ГАУ, 2025. – Ч. 2. – С. 21–25.

17. Разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных и технологических решений ферм и комплексов по производству молока / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, А. И. Портной [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2025. – Т. 60. – № 2. – С. 180–190.

18. Совет Министров Республики Беларусь утвердил госпрограмму «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] / Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 февраля 2021 г. № 59 утверждена Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы. – 2021. – 1 с. – Режим доступа : <https://export.link/ru/news/postanovleniem-soveta-ministrov-respubliki-belarus-ot-1-fevralya-2021-g-59-utverzhdena-gosudarstvennaya-programma-agrarnyy-biznes-na-2021-2025-gody> . – Дата доступа : 31.03.2026.

19. Сологуб, Р. М. Формирование высокоэффективной модели развития молочного скотоводства / Р. М. Сологуб, И. Б. Измайлович // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2026. – № 1. – С. 15–19.

20. Сравнительная характеристика численности поголовья айрширской породы по округам России / Н. И. Абрамова, О. Л. Хромова, М. О. Селимян, Н. В. Зенькова // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – № 3. – С. 24–39.

21. Статистический ежегодник Брестской области, 2025 / Пред-

седатель редакционной коллегии О. Н. Вилавская. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь; Главное статистическое управление Брестской области, 2025. – 342 с.

22. Суровцев, В. Н. Анализ факторов повышения устойчивости и роста объемов производства молока на примере хозяйств Ленинградской области / В. Н. Суровцев, Е. А. Дубова // Молочное и мясное скотоводство. – 2026. – № 1. – С. 18–23.

23. Физиологическое состояние и комфортность коров при содержании на различных напольных резиновых покрытиях / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, А. И. Портной [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2024. – Т. 59. – № 2. – С. 234–243.

24. Хромова, О. Л. Экстерьер, продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы / О. Л. Хромова, Н. И. Абрамова, О. Н. Бургомистрова // Молочнохозяйственный вестник. – 2026. – № 1. – С. 77–94.

25. Часовщикова, М. А. Биологические и хозяйственные особенности коров чёрно-пёстрой породы разного уровня продуктивности / М. А. Часовщикова, В. В. Пунегова // Животноводство и кормопроизводство. – 2024. – Т. 107. – № 2. – С. 105–115.

26. Шишкина, Т. В. Молочная продуктивность и воспроизводительные способности коров голштинизированной черно-пестрой породы / Т. В. Шишкина // Главный зоотехник. – 2026. – № 3. – С. 15–27.

27. Erickson, P. S. Nutrition and feeding of dairy cattle / P. S. Erickson, K. F. Kalscheur // *Animal Agriculture*. – 2020. – № 1. – Pp. 157–180.

References:

1. Bazylev M. V., Minakov V. N., Levkin E. A., et al. Avant-garde drivers of commercial dairy cattle farming in the Vitebsk Region: directions for intensive development of the industry. Part1. *Veterinarnyy zhurnal Belarusi* [Veterinary Journal of Belarus], 2025, no. 2, pp. 23-28. (In Russian) – Text direct

2. Administrative-district map of the Brest Region. *Yandeks Kartinki* [Yandex Images], 2026. 1 p. Available at: yandex.by (Accessed 22 March 2026) (In Russian) – Text electronic

3. Levkin E. A., Bazylev M. V., Khanchina A. R., Lin`kov V. V. Analysis of milk productivity of cows and prospects for improving its efficiency. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2026, no. 1, pp. 24–47. (In Russian) – Text direct

4. *Brestskaya oblast' v tsifrakh: statisticheskiy spravochnik* [Brest Region in Figures: a Handbook of Statistics]. Chairman of the Editorial Board O. N. Vilavskaya. Minsk, Committee of National Statistics of the Republic of Belarus; Main Statistical Office of the Brest Region Publ., 2025. 76 p. (In Russian) – Text direct

5. Istranin Yu. V., Istranina Zh. A., Minakov V. N., Lebedev S. G. The impact of various milking and housing technologies on cow`s milk productivity. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny»* [Proceedings of Educational Institution Vitebsk State Awarded the "Badge of Honor" Order Veterinary Medicine Academy], 2023, vol. 59, iss. 3, pp. 53–58. (In Russian) – Text direct

6. Bazylev M. V., Voronyuk D. S., Golovin N. S., et al. *Voprosy VI tekhnologicheskogo uklada: innovatsii : monografiya* [Issues of the 6th Technological Paradigm: Innovations: a Monograph]. Under the general editorship of Professor M. V. Oreshkin. Lugansk, IE Orekhov D. A. Publ., 2025. 308 p. (In Russian) – Text direct

7. Gorbatovskiy A. Potential for growth of economic efficiency of animal husbandry in Belarus. *Ekonomicheskiy potentsial effektivnogo i us-toylichivogo zhivotnovodstva Respubliki Belarus' : tezis dokladov kruglo-go stola (Minsk, 12 iyunya 2024 g.)* [Economic Potential of Efficient and Sustainable Animal Husbandry in the Republic of Belarus: Abstracts of the Round Table Conference (Minsk, June 12, 2024)]. Minsk, Institute for Systems Research in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus Publ., 2024, pp. 7-8. (In Russian) – Text direct

8. Gusarov I. V., Obryaeva O. D. Complex fodder mixture in high-producing dairy cows feeding. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2025, no. 4, pp. 98-114. (In Russian) – Text direct

9. Zarutskiy S. A. Land potential resources and the efficiency of their use in Brest Region. *Vestnik Brestskaga universiteta. Seryya 5. Khimiya. Biyalogiya. Navuki ab zyamli* [Bulletin of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology. Earth Science], 2012, no. 2, pp. 100-107. (In Russian) – Text direct

10. Kazakevich P. P., Timoshenko V. N., Muzyka A. A. *Tekhnologicheskaya kontseptsiya «umnoy» molochnoy fermy : monografiya* [Technological Concept of a "Smart" Dairy Farm: a Monograph]. Zhodino, RUE Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding Publ., 2021. 245 p. (In Russian) – Text direct

11. Kudrin M., Kostin A., Petrov V. Process approach on the farm. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2026, no. 1, pp. 49-50. (In Russian) – Text direct

12. Ovinnikov V. A. Mechanism of financial support for the development of innovative activities of enterprises of the agro-industrial complex. *Vestnik Vyatskogo GATU* [Bulletin of Vyatka State Agrotechnological University], 2023, no. 2, p. 14. (In Russian) – Text direct

13. On the State Program "Agro-Industrial Complex of the Future for 2026-2030". *Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' 31 dekabrya 2025 g. № 814* [Resolution of the Council of Ministers of the Re-

public of Belarus, December 31, 2025. No. 814], 2025. 170 p. Available at: <https://mshp.gov.by/uploads/Files/prog/gp2026-2030.pdf> (Accessed 30 March 2026) (In Russian) – Text electronic

14. Azarenok T. N., Matychenkova O. V., Dydyshko S. V., Matychenkov D. V. Assessment of the fertility of arable lands in Belarus. *Prilozhenie k zhurnalу «Zemledelie i rasteniєvodstvo»* [Supplement to the Journal "Crop Farming and Plant Growing"], 2022, no. 4, pp. 3–9. (In Russian) – Text direct

15. Portnoy A. Innovative development of animal husbandry. *Ekonomicheskii potentsial effektivnogo i ustoychivogo zhivotnovodstva Respubliki Belarus': tezisy dokladov kruglogo stola (Minsk, 12 iyunya 2024 g.)* [Economic Potential of Efficient and Sustainable Animal Husbandry in the Republic of Belarus: Abstracts of the Round Table Conference (Minsk, June 12, 2024)]. Minsk, Institute for Systems Research in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus Publ., 2024, pp. 30–31. (In Russian) – Text direct

16. Bazylev M. V., Levkin E. A., Oreshkin M. V., et al. Selection components of breeding work in commercial dairy cattle farming: practical application and economics. *Aktual'nye problemy veterinarii i integrativnogo zhivotnovodstva: sbornik trudov IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Bryansk, 27–28 marta 2025 g.): v 3 ch.* [Current Problems of Veterinary Science and Integrative Animal Husbandry: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference (Bryansk, March 27–28, 2025): in 3 Parts]. Bryansk, Bryansk State Agrarian University Publ., 2025, p. 2, pp. 21–25. (In Russian) – Text direct

17. Timoshenko V. N., Muzyka A. A., Portnoy A. I., et al. Development of an integrated index for assessing space-planning and technological solutions for farms and milk production complexes. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi* [Zootechnical Science of Belarus], 2025, vol. 60, no. 2, pp. 180–190. (In Russian) – Text direct

18. The Council of Ministers of the Republic of Belarus approved the State program "Agricultural Business" for 2021–2025. *Postanovleniem Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 1 fevralya 2021 g. № 59 utverzhdena Gosudarstvennaya programma «Agrarnyy biznes» na 2021–2025 gody* [Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, Dated February 1, 2021, No. 59 approved the State Program "Agricultural Business" for 2021–2025], 2021. 1 p. Available at: <https://export.link/ru/news/postanovleniem-soveta-ministrov-respubliki-belarus-ot-1-fevralya-2021-g-59-utverzhdena-gosudarstvennaya-programma-agrarnyy-biznes-na-2021-2025-gody> (Accessed 31 March 2026) (In Russian) – Text electronic

19. Sologub R. M., Izmaylovich I. B. Formation of a highly effective model for the development of dairy cattle breeding. *Zhivotnovodstvo i vet-*

erinarnaya meditsina [Animal Husbandry and Veterinary Medicine], 2026, no. 1, pp. 15-19. (In Russian) – Text direct

20. Abramova N. I., Khromova O. L., Selimyan M. O., Zen`kova N. V. Comparative characteristics of the Ayrshire breed population by districts of Russia. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2024, no. 3, pp. 24-39. (In Russian) – Text direct

21. *Statisticheskiy ezhegodnik Brestskoy oblasti, 2025* [Statistical Yearbook of the Brest Region, 2025]. Chairman of the editorial board O. N. Vilavskaya. Minsk, National Committee of Statistics of the Republic of Belarus; Main Statistical Office of the Brest Region Publ., 2025. 342 p. (In Russian) – Text direct

22. Surovtsev V. N., Dubova E. A. Analysis of factors for increasing sustainability and growth of milk production volumes using the example of farms in the Leningrad Region. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2026, no. 1, pp. 18-23. (In Russian) – Text direct

23. Timoshenko V. N., Muzyka A. A., Portnoy A. I., et al. Physiological state and comfort of cows kept on various rubber floor coverings. *Zootekh-nicheskaya nauka Belarusi* [Zootechnical Science of Belarus], 2024, vol. 59, no. 2, pp. 234-243. (In Russian) – Text direct

24. Khromova O. L., Abramova N. I., Burgomistrova O. N. Exterior, productivity and duration of economic use of Black-and-White cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2026, no. 1, pp. 77-94. (In Russian) – Text direct

25. Chasovshchikova M. A., Punegova V. V. Biological and economic characteristics of Black-and-White cows of different productivity levels. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2024, vol. 107, no. 2, pp. 105-115. (In Russian) – Text direct

26. Shishkina T. V. Milk productivity and reproductive capacity of Holsteinized Black-and-White cows. *Glavnyy zootekhnik* [Head of Animal Breeding], 2026, no. 3, pp. 15-27. (In Russian) – Text direct

27. Erickson P. S., Kalscheur K. F. Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*, 2020, no. 1, pp. 157-180. (In English) – Text direct

Comprehensive improvement of commercial dairy cattle breeding

Bazylev Mikhail Vladimirovich, head of the Department of Economics and Information Technology, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: mibazylev@yandex.ru

Educational Establishment Vitebsk State Awarded the «Badge of Honor»
Order Veterinary Medicine Academy

Levkin Evgeniy Anatol`evich, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Economics and Information Technology

e-mail: onegin117@mail.ru

Educational Establishment Vitebsk State Awarded the «Badge of Honor»
Order Veterinary Medicine Academy

Khanchina Alla Radionovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Economics and Information Technology

e-mail: mibazylev@yandex.ru

Educational Establishment Vitebsk State Awarded the «Badge of Honor»
Order Veterinary Medicine Academy

Lin`kov Vladimir Vladimirovich, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Economics and Information Technology

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Educational Establishment Vitebsk State Awarded the «Badge of Honor»
Order Veterinary Medicine Academy

Keywords: dairy cattle breeding, government statistics, rationalization of production, economic efficiency.

Abstract. An analysis of government statistics on agricultural development in the Brest Region, as well as the results of the research on the comprehensive improvement of commercial dairy cattle breeding, show that the region has significant latent potential, the implementation of which will further increase animal productivity and achieve greater milk production and economic efficiency. Scaling up the positive experience of the best agricultural enterprises, conducting a thorough analysis and drafting business plans for the development of large-scale production as a whole, implementation of investment projects aimed at improving commercial dairy cattle breeding, and compliance with technology regulations for milk production are the key areas for the development of the region's livestock industry.

Сравнительная оценка качества зерносенажа на основе вико-овсяной смеси и пшеницы в условиях Вологодской области.

Богатырёва Елена Валерьевна, старший научный сотрудник
e-mail: bogatyreva35@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Фоменко Полина Анатольевна, старший научный сотрудник
e-mail: polinafomenko208@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Третьяков Евгений Александрович, ведущий научный сотрудник,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук»

Щекутьева Наталья Александровна, кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент
e-mail: natasha_k.08@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: зерносенаж, вика, овес, пшеница, кормовая
ценность, качество, питательные вещества.

Аннотация. Статья посвящена сравнительному лабораторному исследованию зерносенажа, полученного из вико-овсяной смеси, и зерносенажа из пшеницы, с представлением полученных результатов. Оценка качества проводилась путем сопоставления фактических показателей с требованиями ГОСТ Р 58145-2018, а также определением класса качества корма. Исследование проводилось с использованием стандартных лабораторных методов анализа на питательную ценность, усвояемость и содержание основных компонентов. Исследования показали, что влажность образцов находится в пределах 50-54%, что

является приемлемым для хранения. Содержание сухого вещества в обоих типах кормов превышает нормативные значения более чем на 10%, что свидетельствует о хорошем качестве. Вико-овсяный зерносенаж продемонстрировал более высокое содержание сырого протеина (10,71%) по сравнению с пшеницей (9,25%), сохраняя при этом оптимальные уровни клетчатки и золы. Также выявлены различия в содержании усваиваемого протеина, НДК, КДК, каротина и макроэлементов. Кормовая ценность зерносенажа из вико-овсяной смеси была выше в сравнении с пшеницей, что подтверждается показателями кормовых единиц (0,63 кг) и обменной энергии (8,84 МДж/кг). Однако оба корма имеют отрицательные значения RNB, указывающие на недостаток азота. В заключение, вико-овсяный зерносенаж соответствует I классу качества, а зерносенаж из пшеницы был отнесён ко II классу.

Введение

В рамках Государственной программы Вологодской области, охватывающей развитие агропромышленного и рыбохозяйственного секторов на период 2021-2025 годов, обозначены важные цели для агропромышленности региона. В частности, в программе подчеркивается, что наращивание объемов производства молока во всех типах хозяйств до планового уровня в 557,5 тыс. тонн остается одним из ключевых приоритетов развития [1].

Рентабельность молочных хозяйств напрямую зависит от эффективного производства молока, которое базируется на наличии собственных грубых кормов. При этом, питательность кормов, произведенных в хозяйстве, оказывается недостаточной для скота с высокой продуктивностью. В условиях интенсификации отрасли растет потребность в высококачественных травяных кормах с высокой концентрацией энергии в сухом веществе [2,3].

К объемистым кормам относится, в частности, зерносенаж. Это консервированный безобмолотный корм из зерновых (ячмень, пшеница и др.). Содержит больше клетчатки, меньше белка. Для баланса белка (до 14-15 % в СВ) добавляют бобовые (горох, вика).

По данным ряда исследователей, многокомпонентные смеси имеют большую урожайность одновидовых в среднем на 10–15 %. Есть мнение, что для заготовки зерносенажа лучше использовать одновидовые посевы, так как легче определить оптимальную дату уборки, что в конечном итоге сказывается на качестве корма [4].

Научные данные указывают на то, что переваримость питательных веществ зерносенажа составляет: сухого вещества 62%, протеина — 59%, жира — 65%, клетчатки — 55%, БЭВ — 66%, что свидетельствует о высокой усвояемости этого корма [5 - 9].

В условиях изменяющегося климата и роста требований к качеству кормов, актуальность исследования параметров, определяющих качество заготовленного зерносенажа, возрастает.

Основываясь на результатах исследований, данная работа ставит своей целью провести сравнительный анализ качества зерносенажа, полученного из вико-овсяной смеси и пшеницы, в условиях Вологодской области. Оценка будет включать в как общепринятые, так и инновационные критерии.

Цель и задачи исследований

В связи с этим была поставлена цель: провести сравнительный анализ качества зерносенажа, полученного из вико-овсяной смеси и пшеницы, в условиях Вологодской области. Оценка будет включать в как общепринятые, так и инновационные критерии.

Реализация поставленной цели обусловлена выполнением следующих задач:

Отобрать образцы заготовленного зерносенажа и провести органолептическую оценку.

Провести исследование химических показателей для определения качества заготовленного зерносенажа на основании ГОСТ Р 58145–2018 «Зерносенаж. Технические условия».

Оценить показатели, не регламентированные в ГОСТ Р 58145–2018 (нейтрально-детергентная и кислотнo-детергентная клетчатка, энергетическая питательность, чистая энергия лактации, относительная ценность корма, ферментируемое органическое вещество)

Материалы и методика исследований

Для определения химического состава образцов зерносенажа, заготовленного в хозяйствах Вологодской области в 2024-2025 годы проводили производственные и лабораторные исследования в условиях лаборатории химического анализа на оборудовании ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН в рамках государственного задания № FMGZ-2025-0016.

Объектом исследования послужили образцы зерносенажа из различных видов трав: в качестве злакового компонента используется овес посевной (*Avena sativa* L.), пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L), бобового — вика посевная (*Vicia sativa* L.).

Зерносенажную массу заготавливали в фазу конца молочной - начала восковой спелости для злаковых, начала цветения - образования бобов, для бобовых, что обеспечивает высокое содержание протеина и питательных веществ.

Изменение химического состава зерносенажа в период заготовки и хранения определяли путем отбора средних проб для анализа с учетных площадок в соответствии с методиками. Чтобы точно понять состояние корма, его оценку проводили не позже, чем за 15 суток до

первого кормления скота и не раньше, чем через месяц после закладки на ферментацию.

Отбор и анализ проб кормов проводился в 3-кратной повторности, в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014 «Корма. Отбор проб».

Для решения поставленных задач был проведен комплекс валидированных методов химического анализа для определения качества анализируемых образцов. Процедуры включали применение сертифицированных стандартов и передового лабораторного оборудования: ГОСТ 31640- 2012 п. 7, ГОСТ 13496.4 – 2019 п. 8, ГОСТ 31675 – 2012 п. 7 с, ГОСТ 13496.15-2016 п. 9.1, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 26176-91 п. 2, ГОСТ ISO 16472-2014, ГОСТ ISO 13906-2013, ГОСТ Р 55986-2022.

Для оценки общей питательности кормов были использованы кормовые единицы и обменная энергия. Расчет обменной энергии осуществлялся на основе данных о химическом составе кормов посредством применения соответствующих регрессионных уравнений [10].

Результаты исследований и их обсуждение

Органолептический анализ является неотъемлемой частью комплексной системы контроля качества кормов. Органолептическая оценка отобранных образцов выявила, что зерносенаж соответствовал нормативам и имеет светло-зеленый цвет, приятный фруктовый запах, отсутствие биологического и механического загрязнения.

В условиях Вологодской области наиболее распространенными культурами для приготовления зерносенажа являются овес и вика [1].

Овес отличается неприхотливостью к почвам, высокой урожайностью и хорошей поедаемостью животными. Вика, в свою очередь, обогащает корм протеином и улучшает структуру травосмеси. Ее кормовая ценность заключается в высоком содержании белка 17-19%, 1 кг зеленой массы содержит 0,16 корм. ед.. Однако, наряду с вико-овсяной смесью, в качестве компонента зерносенажа рассматривается и пшеница, обладающая высоким содержанием крахмала и способностью к быстрому росту [4,11-13].

При организации научно обоснованного кормления сельскохозяйственных животных очень важно использование сбалансированных кормов. Объективно оценить качество корма, полученного в результате той или иной технологии можно только при скармливании его животным. В таком случае по уровню продуктивности животных, качеству получаемой продукции по состоянию здоровья животных можно сделать соответствующую оценку корма [14].

Результаты анализа данных по лабораторным исследованиям кормов, заготовленных в 2024-2025 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная оценка химического состава и качества зерносенажа на основе вико-овсяной смеси в условиях Вологодской области (в среднем за 2024-2025 гг.)

Показатели значения	Нормативное значение	Зерносенаж (вика+овес) (<i>Vicia sativa</i> L.+ <i>Avena sativa</i> L.)		Класс качества	Зерносенаж (пшеница) (<i>Triticum aestivum</i> L.)		Класс качества
		Фактическое значение	По отношению к нормативному, %		Фактическое значение	По отношению к нормативному, %	
	Содержание в % в 1 кг сухого вещества						
Влажность, %	-	53,35 ± 1,60	-	-	51,97 ± 2,01	-	-
Сухое вещество, г/кг	400	442,93 ± 15,43	110,73	-	453,69 ±18,17	113,42	-
Сырой протеин, %	12-8	10,71 ± 0,28	89,20	II	9,25 ± 0,36	77,08	III
Используемый сырой протеин, (nXP), г	140-150	128,00±1,95	85,30	-	118,83±1,61	79,22	-
Сырая клетчатка, %	25-29	23,31 ± 1,33	93,24	I	23,42 ± 1,93	93,68	I
Сырая зола, %	6-10	2,90 ± 0,31	48,33	I	4,07 ± 1,67	67,83	I
Сырой жир, %	-	4,11 ± 0,43	-		3,05 ± 0,24	-	-
Сахар, %	-	4,81 ± 0,31	-	-	4,29 ± 0,82	-	-
Крахмал, %	-	21,69 ± 0,56	-	-	25,34 ± 5,32	-	-
БЭВ, %	-	58,96 ± 1,22	-	-	60,20 ± 3,90	-	-
Фракционный состав клетчатки, %							
КДК, %	-	35,71 ± 0,90	-	-	31,60 ± 0,84	-	-
НДК, %	-	55,90 ± 3,29	-	-	52,04 ± 2,53	-	-
Витамины, мг							
Каротин, мг	-	49,00 ± 2,74	-		44,33 ± 1,90	-	-
Макроэлементы, %							
Ca, %	-	0,57 ± 0,07	-		0,50 ± 0,07	-	-
P, %	-	0,39 ± 0,04	-		0,27 ± 0,03	-	-

У зерносенажа оптимальная влажность при заготовке составляет 50–60%, а зерно должно быть в фазе молочно-восковой спелости (влажность зерна до 60%), чтобы обеспечить максимальную питатель-

ность и правильное консервирование массы без дополнительного подвяливания, что важно для получения качественного корма.

Влажность анализируемых обоих образцов находится на уровне 50-54 %, что обычно является приемлемым для хранения.

В соответствии с ГОСТом Р 58145-2018 содержание сухого вещества в зерносенаже должно составлять не менее 400 г/кг. В исследуемых образцах наименьшая концентрация сухого вещества отмечена в зерносенаже из вико-овсяной смеси, что было на 10,76 г/кг ниже, чем у пшеничного зерносенажа. Оба типа этого вида корма превосходят нормативный уровень сухого вещества более чем на 10 %, что свидетельствует о хорошем качестве и питательности корма.

Анализ протеиновой питательности кормов показал, что содержание сырого протеина в вико-овсяном зерносенаже имеет более высокий уровень протеина 10,71 % и определяется как вторым классом качества по сравнению с зерносенажом из пшеницы, в котором концентрация протеина в составила 9,25 % (III класс). Оба вида зерносенажа не достигают до нормативных значений по используемому протеину. Содержание нХР в зерносенаже из вико-овсяной смеси составляет 128,00 г, а в зерносенаже из пшеницы содержание этого – 118,83 г.

Анализируя таблицу 1, видим, что концентрация сырой клетчатки (23,31 % и 23,42 %) в обоих типах зернового сенажа соответствует рекомендуемым нормам и классифицируется как I классом качества. Уровень зольности в исследуемых пробах соответствовал значениям от 2,90% до 4,07 %, по этому показателю качества оба типа зерносенажа относились к I классу.

Зерносенаж из вики с овсом немного богаче сахарами (4,81 %), чем из пшеницы (4,29 %), разница составила всего 0,52 %, что не является критичным. Однако зерносенаж из пшеницы содержит значительно больше крахмала (разница составляет 3,65 %). Оба вида зерносенажа имеют схожую энергообеспеченность, хотя содержание БЭВ в пшенице немного выше.

В соответствии с поставленными задачами нами были определены нерегламентированные нормативами показатели, такие как КДК и НДК, пользующиеся спросом в секторе сельскохозяйственного производства кормов.

КДК (Кислотно-детергентная клетчатка - Acid Detergent Fiber -) связана с переваримостью корма. Чем выше КДК, тем ниже переваримость. Вико-овсяная смесь имеет значительно более высокое содержание ADF (35.71%) по сравнению с пшеницей (31.60%). НДК (Нейтрально-детергентная клетчатка - Neutral Detergent Fiber -) связана с потреблением корма. Чем выше НДК, тем больше объем корма, и тем меньше его животное может съесть. В вико-овсяной смеси содержится немного больше клетчатки (NDF) – 55.90%, чем в пшенице, где этот показатель

составляет 52.04%.

Вико-овсяный зерновой сенаж является более благоприятным кормом благодаря высокому содержанию каротина (49,0 мг) лучшему уровню кальция (0,57%) и фосфора (0,39%). В то время как в пшеничном каротина содержится 44,33 мг, а макроэлементов 0,50% и 0,27 %, соответственно.

Результаты по энергетической ценности зерносенажа в среднем за анализируемый период представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика питательной ценности зерносенажа из вико-овсяной смеси и пшеницы в условиях Вологодской области (в среднем за 2024-2025 гг.)

Показатель	Зерносенаж	
	вика+овес (<i>Vicia sativa</i> L.+ <i>Avena sativa</i> L.)	пшеница (<i>Triticum aestivum</i> L.)
Обменная энергия, МДж/кг	8,84±0,08	8,57±0,05
Чистая энергия лактации (ЧЕЛ), МДж/кг	5,07±0,06	4,91±0,03
Энергетическая кормовая единица (ЭКЕ)	0,88±0,01	0,85±0,05
Кормовые единицы, кг	0,63±0,01	0,58±0,01
Баланс азота в рубце (RNB)	-3,34±0,17	-4,21±0,34
Структурность корма (SW)	2,71±0,16	2,72±0,24
Относительная ценность корма (RFV)	104,13±8,81	120,26±5,84
Кормовая единица молока (VEM)	735,60±8,91	712,38±5,26
Ферментируемое органическое вещество (FOS)	499,23±6,93	509,76±15,91

Анализ таблицы показал, что вико-овсяный зерносенаж превосходит пшеничный по энергетической ценности. Это подтверждается рядом ключевых показателей: кормовые единицы (0,63 кг против 0,58 кг), ОЭ (8,84 МДж/кг против 8,57 МДж/кг) и ЧЭЛ (5,07 МДж/кг против 4,91 МДж/кг). Показатель ЭКЕ также немного выше у зерносенажа из вики с овсом (0,88) по сравнению с пшеницей (0,85).

Оба вида зерносенажа имеют отрицательные значения RNB, это указывает на недостаток азота для оптимальной работы микроорганизмов в рубце. Однако дефицит азота более выражен в зерносенаже из пшеницы (-4,21) по сравнению с вико-овсяной смесью (-3,34).

Значения структурности корма у обоих типов зерносенажа практически одинаковы, это свидетельствует о сопоставимости структурности корма и его влияния на жвачные процессы.

Более высокую относительную ценность корма имеет зерносенаж из пшеницы (RFV= 120,26). Что касаясь этого показателя у вико-овсяного зерносенажа, то он составил 104,13.

Содержание ферментируемого органического вещества, которое является важным показателем для микробиального синтеза в рубце, немного выше в пшеничном зерносенаже.

В процессе силосования, а также консервирования зерносенажа важную роль играет активная кислотность среды силосуемой массы. Не допускается скармливание зерносенажа животным при показателе pH, превышающем 5 и при содержании масляной кислоты выше 0,3% [15].

Огромное влияние на поедаемость и усвоение кормов жвачными животными оказывает не только их питательная и энергетическая ценность, но и соотношение в них органических кислот.

Значение pH и содержание масляной кислоты (рисунок 1) в изучаемых зерносенажах говорит о стабильности корма, так как эти показатели находятся в пределах оптимальных значений. Нормативные значения активной кислотности составляют 4,5-4,6 ед. pH и концентрация масляной кислоты от 0,1 до 0,3 % не более. Следует подчеркнуть, что значения pH у пшеничного зерносенажа оказались ниже установленных стандартов. Данный факт может служить основанием для проведения более глубокого изучения и внесения корректировок в технологию его производства. При сопоставлении с ГОСТ по кислотности и содержанию масляной кислоты оба зерносенажа соответствуют I классу качества, что указывает на правильное протекание микробиальных реакций в процессе ферментации. В итоге по нормативным показателям зерносенаж из вико-овсяной смеси соответствовал I категории качества, а зерносенаж из пшеницы ко II.

Процент молочной кислоты в общем объеме кислот для обоих видов практически идентичен (рисунок 2) и составил 79,33 % и 79,00 %, это указывает на доминирование молочнокислого брожения. Соотношение схожее.

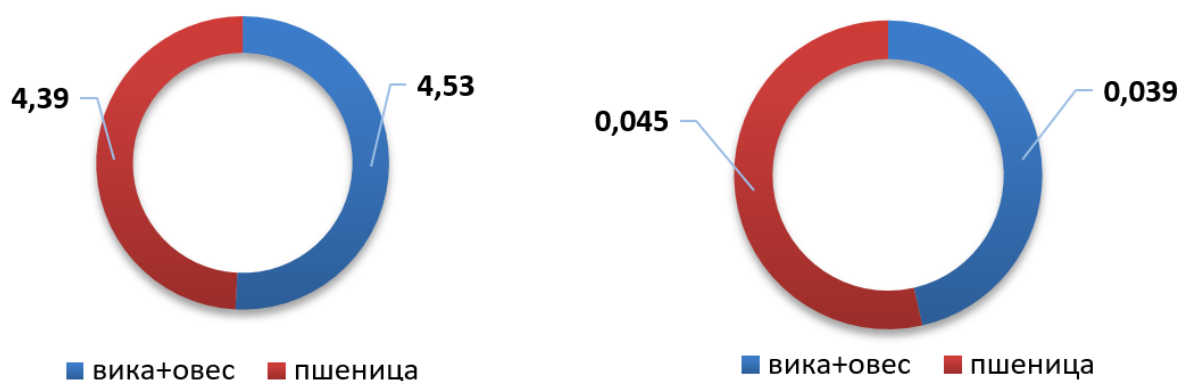


Рисунок 1 - Активная кислотность (pH, ед. pH) и содержание масляной кислоты (%) в зерносенаже (в среднем за 2020-2025 г. г.)



Рисунок 2 - Доля молочной кислоты в общем количестве кислот (в среднем за 2020-2025 г. г.), %

Выводы

Сравнение полученных результатов с требованиями ГОСТ Р 58145–2018 позволило выявить ключевые характеристики, определяющие качество и питательную ценность анализируемых кормов.

Оба типа зерносенажа соответствуют нормативам, обладая оптимальной влажностью (50-54%) и превышая установленный минимальный уровень сухого вещества (не менее 400 г/кг) более чем на 10%. Это свидетельствует о хороших условиях хранения и заготовки.

Зерносенаж из вико-овсяной смеси показал более высокое содержание сырого протеина (10,71%) по сравнению с пшеничным (9,25%). Однако оба типа не достигают нормативных значений по составу использованного протеина, что требует внимания.

Зерносенаж из пшеницы более переварим, что подтверждается

меньшим содержанием ADF (31,60%) по сравнению с вико-овсяной смесью (35,71%), а также более низким уровнем NDF, что может способствовать его лучшему усвоению.

Вико-овсяной зерносенаж обладает большей энергетической ценностью, включая более высокие показатели кормовых единиц и обменной энергии, в то время как пшеничный зерносенаж демонстрирует лучшую относительную ценность корма (RFV = 120,26).

Значения pH и масляной кислоты находятся в оптимальных пределах, подтверждая правильное протекание ферментации и соответствие обоих зерносенажей I классу качества.

Анализ показал отрицательные значения RNB для обоих типов кормов, что указывает на недостаток азота. Однако, дефицит более выражен у пшеничного зерносенажа.

Несмотря на несколько более высокую энергетическую ценность вико-овсяной смеси, зерносенаж из пшеницы демонстрирует более высокую относительную ценность корма (RFV) и содержит больше ферментируемого органического вещества (FOS).

Оба вида зерносенажа соответствуют I классу качества и пригодны для использования в кормлении, однако имеют различные кормовые достоинства: вико-овсяной зерносенаж предпочтительнее по энергии и сырому протеину, тогда как пшеничный – по переваримости клетчатки и общей относительной ценности корма (RFV).

Литература:

1. Тимофеев, М. В. Анализ технико-технологических решений производства зерносенажа в условиях Северо-Западного региона / М. В. Тимофеев, Н. Г. Малков, А. Н. Перекопский [и др.] // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 1(110). – С. 120-133. – DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-120-133.
2. Папушина, Т. В. Оценка качества кормовой базы ООО «Монза» Междуреченского района Вологодской области / Т. В. Папушина, Е. Е. Хоштария // АгроЗооТехника. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 1. – DOI 10.15838/alt.2020.3.3.1. Разумовский Н. П. Зерносенаж в рационах коров и телят // Наше сельское хозяйство. 2022. № 18(290).
3. Сидоров, А. В. Использование пшеницы для заготовки зерносенажа / А. В. Сидоров, Д. Ф. Федосенко, С. С. Голубев // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 4(139). – С. 59-63. – EDN XWDTBZ.
4. Ганущенко, О. Зерносенаж: заготовка и применение / О. Ганущенко, Н. Зенькова // Животноводство России. – 2021. – № 11. – С. 53-55. – DOI 10.25701/ZZR.2021.80.63.012.
5. Руцкая, В.И. Оценка качества зерносенажа на основе люпина, овса и суданской травы / В. И. Руцкая, А. Е. Сорокин, Е. В. Афоина, Н. М. Зайцева // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 1.

– С. 63-69. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-63-69.

6. Емельянов, А. М. Овес на зерносенаж в системе земледелия и кормопроизводства Бурятии / А. М. Емельянов, А. П. Батудаев, А. Б. Бутуханов [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 2(63). – С. 6-12. – DOI 10.34655/bgsha.2021.63.2.001.

7. Гапонов, Н. В. Питательность зерносенажной массы бинарных ценозов узколистного люпина с овсом / Н. В. Гапонов, М. Ю. Анишко, Н. В. Мисникова // Кормопроизводство. – 2025. – № 3. – С. 17-21. – DOI 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21.

8. Тишенков, П. И. Питательность и переваримость сухого вещества объёмистых кормов из различных культур / П. И. Тишенков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 5. – С. 68-73.

9. Физико-химические методы анализа кормов / В. М. Косолапов, В. А. Чуйков, Х. К. Худякова, В. Г. Косолапова. – Москва: Типография Россельхозакадемии, 2014. – 344 с. – ISBN 978-5-906592-28-6.

10. Теличко, О. Н. Селекция вики яровой (*Vicia sativa*) на кормовую продуктивность / О. Н. Теличко, Н. Л. Клочкова // Аграрная Россия. – 2022. – № 1. – С. 3-7. – DOI 10.30906/1999-5636-2022-1-3-7.

11. Клочкова, Н. Л. Продуктивность и питательная ценность кормовой массы вики яровой / Н. Л. Клочкова, О. В. Мохань, О. Н. Теличко // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2024. – № 4(236). – С. 72-79. – DOI 10.31857/S0869769824040049.

12. Фомина М.Н. Кормовая продуктивность и энергетическая питательность селекционных образцов овса посевного (*Avena sativa* L.) в условиях Северного Зауралья / М.Н. Фомина, Ю.С. Иванова, Н.А. Брагин, М.В. Брагина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 185, № 2. – С. 116-127. DOI 10.30901/2227-8834-2024-2-116-127.

13. Гончарова, А. В. Экологическая пластичность и стабильность вики яровой (посевной) в условиях Западно-Сибирского региона / А. В. Гончарова, Т.Н. Капко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 2. – С. 33-42. DOI 10.26898/0370-8799-2023-2-4.

14. Разумовский, Н. Зерносенаж - альтернатива концентратам / Н. Разумовский // Животноводство России. – 2019. – № 11. – С. 43-46. – DOI 10.25701/ZZR.2019.96.42.001

References:

1. Timofeev M.V. Malkov N.G., Perekopskiy A.N. Analysis of technical and technological solutions for grain silage production in the Northwestern region. *AgroEkoInzheneriya* [AgroEcoEngineering], 2022, no. 1(110), pp. 120-133. DOI 10.24412/2713-2641-2022-1110-120-133. (In Russian) –

Text electronic

2. Papushina T.V., Khoshtariya E. E. Assessment of the forage base quality in Monza LLC, Mezhdurechenskiy District, Vologda Region. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2020, vol. 3, no. 3, pp. 1. DOI 10.15838/alt.2020.3.3.1. (In Russian) – Text electronic

3. Razumovskiy N. P. Grain silage in cow and calf rations. *Nashe sel'skoe khozyaystvo* [Our Agriculture], 2022, no. 18(290), pp. (In Russian) – Text direct

4. Sidorov A.V., Fedosenko D.F., Golubev S.S. Wheat utilization for grain ensilaging. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2018, no. 4(139), pp. 59-63. (In Russian) – Text direct

5. Ganushchenko O., Zen'kova N. Grain silage: harvesting and use. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2021, no. 11, pp. 53-55. DOI 10.25701/ZZR.2021.80.63.012. (In Russian) – Text electronic

6. Rutsкая V.I., Sorokin A. E., Afonina E. V., Zaytseva N. M. Assessment of the quality of grain haylage based on lupine, oats and Sudan grass. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Adaptive Feed Production], 2020, no. 1, pp. 63-69. DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-63-69. (In Russian) – Text electronic

7. Emel'yanov A. M., Batudaev A. P., Butukhanov A. B. Oats for grain silage in the system of farming and forage production of Buryatia. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii imeni V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], 2021, no. 2(63), pp. 6-12. DOI 10.34655/bgsha.2021.63.2.001. (In Russian) – Text electronic

8. Gaponov N.V., Anishko M. Yu., Misnikova N. V. Nutritional value of grain silage mass of binary cenoses of narrow-leaved lupine with oats. *Kormoproizvodstvo* [Forage Production], 2025, no. 3, pp. 17-21. DOI 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21. (In Russian) – Text electronic

9. Tishenkov P. I. Nutritional value and digestibility of dry matter in bulk feeds from various crops. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya* [Veterinary Science, Animal Husbandry and Biotechnology], 2017, no. 5, pp. 68-73. (In Russian) – Text electronic

10. Kosolapov V. M., Chuykov V. A., Khudyakova Kh. K., Kosolapova V. G. *Fiziko-khimicheskie metody analiza kormov* [Physicochemical Methods of Feed Analysis]. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014. 344 s. – Text direct

11. Telichko O.N., Klochkova N.L. Breeding of spring vetch (*Vicia sativa*) for forage productivity. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2022, no. 1, pp. 3-7. DOI 10.30906/1999-5636-2022-1-3-7. (In Russian) – Text electronic

12. Klochkova N. L., Mokhan' O. V., Telichko O. N. Productivity and nutritional value of spring vetch forage mass. *Vestnik Dal'nevostochnogo*

otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences], 2024, no. 4(236), pp. 72-79. DOI 10.31857/S0869769824040049. (In Russian) – Text electronic

13. Fomina M.N., Ivanova Yu.S., Bragin N.A., Bragina M.V. Forage productivity and energy value of breeding samples of common oats (*Avena sativa* L.) in the conditions of the Northern Trans-Urals. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* [Works on Applied Botany, Genetics and Breeding], 2024, vol. 185, no. 2, pp. 116-127. DOI 10.30901/2227-8834-2024-2-116-127. (In Russian) – Text electronic

14. Goncharova A. V. , Kapko T.N. Ecological plasticity and stability of spring vetch (sowing) in the conditions of the West Siberian region. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2023, vol. 53, no. 2, pp. 33-42. DOI 10.26898/0370-8799-2023-2-4. (In Russian) – Text electronic

15. Razumovskiy N. Grain silage - an alternative to concentrates. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2019, no. 11, pp. 43-46. DOI 10.25701/ZZR.2019.96.42.001. (In Russian) – Text electronic

Comparative quality assessment of the grain silage based on vetch-oat mixture and wheat in the Vologda region

Bogatyreva Elena Valer'evna, Senior Researcher

e-mail: bogatyreva35@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Fomenko Polina Anatol'evna, Senior Researcher

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Tret'yakov Evgeniy Aleksandrovich, Leading Researcher, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Shchekut'eva Natal'ya Aleksandrovna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: natasha_k.08@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: grain silage, vetch, oats, wheat, feed value, quality, nutrients

Abstract. The article is devoted to a comparative laboratory study of grain silage produced from a vetch-oat mixture and wheat grain silage, presenting the results. Their quality has been assessed as a result of comparing actual indicators with the requirements of GOST R (State Standard Russia) 58145-2018, as well as determining the feed quality class. The study used standard laboratory methods for analyzing nutritional value, digestibility, and the content of major components. As it follows from the study, the moisture content in the samples has been within 50-54%, which is acceptable for storage. The dry matter content in both feed types have exceeded the standard values by more than 10%, indicating good quality. The vetch-oat grain silage has demonstrated a higher crude protein content (10.71%) compared to wheat (9.25%), while maintaining optimal fiber and ash levels. There have also been differences in digestible protein, NDF, ADF, carotene, and macronutrient content. The feed value of grain silage made from the vetch-oat mixture has been higher than that of wheat, as evidenced by feed unit values (0.63 kg) and metabolizable energy (8.84 MJ/kg). However, both feeds have had negative RNB values, indicating nitrogen deficiency. In conclusion, vetch-oat grain silage has corresponded to Quality Class I, while wheat grain silage has been classified as Quality Class II.

Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров симментальской породы отечественной и немецкой селекции в динамике лактаций

Екатерина Ивановна Анисимова, доктор с.-х. наук

e-mail: anisimova_science@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»

Лидия Валентиновна Кононова, канд, с.-х. наук, доцент

e-mail: kononova-lidij@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Ольга Владимировна Сычева, доктор с.-х. наук, профессор

e-mail: olga-sycheva@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Ключевые слова: симментальская, селекция, продуктивность, воспроизводительная способность, коэффициент молочности

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного изучения молочной продуктивности, качества молока и воспроизводительной способности чистопородных коров симментальской породы отечественной (линия Флориана, бык Цыбок) и немецкой (линия Редад, бык Имрих) селекции в условиях племенного репродуктора СПК «Абодимовский» Саратовской области. Исследования проведены на 40 коровах (по 20 голов в контрольной и опытной группах) с последующей оценкой продуктивности по первой, второй, третьей и наивысшей лактациям. Установлено, что животные немецкой селекции достоверно превосходят сверстниц отечественного происхождения по удою на 5,2-11,8% ($P \geq 0,95-0,999$), количеству молочного жира и белка за все оцениваемые лактации, а также характеризуются более высокими коэффициентами молочности (на 0,09-0,69 ед.). При этом воспроизводительные качества животных обеих групп находились в пределах физиологической нормы.

Введение

Симментальская порода крупного рогатого скота является одной из наиболее ценных и распространённых в мировом животноводстве. По данным Всемирной организации по симментальскому скоту, общая численность популяции превышает 41 млн голов, а порода используется как в молочном, так и в мясном скотоводстве на всех континентах [1]. В Российской Федерации симментальский скот занимает второе место по численности, а доля молока от животных этой породы составляет около 19% от общего объёма валового производства [2].

Высокая адаптационная способность, сочетание молочной и мясной продуктивности, а также хорошая приспособленность к различным климатическим условиям делают симментальскую породу особенно ценной для разведения в экстремальных условиях Поволжья, характеризующегося засушливым климатом и большими площадями естественных пастбищ. К настоящему времени в Приволжском федеральном округе сохранилось семь племенных репродукторов по разведению симментальской породы, в том числе в Саратовской области, однако общая численность племенного поголовья относительно 2020 года сократилась в 3,69 раза [3].

В последние десятилетия активно ведётся работа по совершенствованию симментальского скота с использованием генофонда животных зарубежной селекции. Импортные производители австрийской, немецкой и голштинской селекции привлекаются для повышения молочной продуктивности, улучшения формы вымени и технологических свойств молока [1-6].

Воспроизводительная способность является одним из ключевых факторов, определяющих экономическую эффективность использования животных любой селекционной принадлежности. Исследования В.П. Гавриленко и П.С. Катмакова (2018) показали, что показатели плодовитости симменталов обусловлены как селекционной принадлежностью, так и уровнем продуктивности и кормообеспеченностью стад. В условиях племзавода от первого осеменения оплодотворилось больше тёлочек немецкой селекции (на 4%), тогда как в СПК «Абодимовский» сверстниц отечественной селекции (на 10%). По возрасту достижения первого отёла особи отечественной селекции уступали животным немецкой селекции в среднем на 42-46 дней ($P>0,999$). Коэффициент воспроизводительной способности (КВС) в группах отечественных симменталов был выше на 0,01-0,04 ед., что свидетельствует о более стабильном получении одного телёнка в год от этих животных [5].

Особый интерес представляет использование быков немецкой селекции линии Редад, которые отличаются высоким генетическим потенциалом по удою и качеству молока.

В Саратовской области, где симментальская порода является

одной из ведущих в молочном скотоводстве, изучение сравнительной эффективности использования животных отечественной и немецкой селекции приобретает особую актуальность. Однако, несмотря на значительное количество публикаций по различным аспектам использования импортного скота, комплексных исследований, охватывающих оценку продуктивности в динамике нескольких лактаций применительно к условиям Саратовского Поволжья, недостаточно.

Целью настоящей работы являлось проведение сравнительного анализа хозяйственно-полезных признаков коров-первотелок симментальской породы отечественной (линия Флориана) и немецкой (линия Редад) селекции в условиях племенного репродуктора СПК «Абодимовский» Саратовской области с оценкой продуктивности по комплексу лактаций.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на базе племенного репродуктора СПК «Абодимовский» Саратовской области. Объектом исследования служили чистопородные коровы-первотелки симментальской породы, распределённые в соответствии с линейной принадлежностью на две группы по 20 голов в каждой:

Контрольная группа – животные отечественной селекции (бык Цыбок, линия Флориана);

Опытная группа – животные немецкой селекции (бык Имрих, линия Род. Гр. Редад).

Условия кормления и содержания для обеих групп были одинаковыми и соответствовали зоотехническим нормам. Оценка питательной ценности кормов проводили по сезонам года (весенне-летний и осенне-зимний периоды). Молочную продуктивность учитывали за 305 дней лактации. Содержание жира и белка в молоке определяли на анализаторе качества молока «Лактан 1-4». Воспроизводительную способность оценивали по возрасту первого отёла, продолжительности сухостойного, сервис-периода, межотельного периода (МОП), коэффициенту воспроизводительной способности $KBC = 365/МОП$, где KBC – коэффициент воспроизводительной способности, 365 – количество календарных дней в году и индексу Дохи $T = 100 - (K + 2i)$, где T – индекс плодовитости, K – возраст первого отёла в месяцах, i – средний межотельный период в месяцах.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при $P \geq 0,95$, $P \geq 0,99$ и $P \geq 0,999$.

Результаты исследований и обсуждение

На первом этапе исследований оценили молочную продуктивность первотелок (таблица 1). Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что коровы немецкой селекции превосходят

сверстниц отечественной по удою за первую лактацию на 165,2 кг (5,2%), однако данное различие статистически недостоверно.

Таблица 1 – Молочная продуктивность и качество молока коров-первотелок различных генотипов

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	М ± m	Cv, %	М ± m	Cv, %
Удой, кг	3179,0±82,2	11,5±1,8	3344,2±102,5	13,7±2,1
МДЖ, %	3,98±0,01	1,1±0,17	4,00±0,01	1,56±0,25
Молочный жир, кг	126,62±0,32	1,1±0,18	133,7±0,46**	1,56±0,25
МДБ, %	3,34±0,01	1,8±0,29	3,37±0,02	2,58±0,41
Молочный белок, кг	106,0±0,42	1,8±0,29	112,9±0,65**	2,6±0,42
Молочный жир+белок, кг	232,6±0,49	0,9±0,15	246,6±0,72	1,30±0,21
СОМО, %	9,27±0,01	0,4±0,06	9,15±0,02	0,95±0,15

Примечание:** $P \geq 0,99$.

При этом количество молочного жира в опытной группе составило 133,7 кг против 126,62 кг в контроле ($P \geq 0,99$), а молочного белка – 112,9 кг против 106,0 кг ($P \geq 0,99$). Суммарный выход молочного жира и белка у первотелок немецкого происхождения оказался выше на 14,0 кг (6,0%). Коэффициенты вариации по основным показателям находились в пределах средних значений (11,5–13,7%), что указывает на относительную однородность групп.

Полученные результаты согласуются с данными Г.Н. Янковой (2004), также отмечавшей более высокую молочную продуктивность симменталов немецкой селекции в условиях Забайкалья [1]. Однако следует отметить, что в нашем исследовании абсолютные значения удоев были ниже, что связано с различиями в кормовой базе и климатических условиях Саратовской области по сравнению с Забайкальем.

Анализ динамики продуктивности за три лактации и наивысшую (таблица 2) показал, что преимущество коров немецкой селекции нарастает с возрастом.

Таблица 2 – Продуктивные качества коров симментальской породы по лактациям

Показатель	Лактации	Контрольная группа (M±m)	Опытная группа (M±m)
Удой за 305 дней, кг	1	3403,0±34,5	3485,0±24,9
	2	3638,0±30,7	3992,0±27,5***
	3	4043,0±30,5	4521,0±31,1***
	наивысшая	4492,0±28,6	4871,0±38,9***
Содержание жира, %	1	3,96±0,01	4,00±0,01
	2	3,98±0,02	4,00±0,02
	3	3,89±0,03	4,01±0,02*
	наивысшая	3,91±0,05	4,01±0,02
Молочный жир, кг	1	134,8±1,58	139,6±1,38*
	2	144,8±1,58	159,9±1,39***
	3	157,2±1,75	181,2±1,51***
	наивысшая	175,5±2,53	195,4±1,98***
Содержание белка, %	1	3,39±0,02	3,38±0,03
	2	3,40±0,02	3,39±0,03
	3	3,38±0,03	3,40±0,02*
	наивысшая	3,40±0,02	3,39±0,03
Молочный белок, кг	1	115,4±1,56	117,9±1,55
	2	123,7±1,60	135,4±1,54**
	3	136,8±1,55	153,6±1,43***
	наивысшая	152,9±1,44	165,1±1,70***
Коэффициент молочности	1	6,52±0,08	6,61±0,06
	2	6,10±0,06	6,67±0,07***
	3	6,63±0,07	7,42±0,07***
	наивысшая	7,13±0,05	7,82±0,06***

Примечание: * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$.

По удою за 305 дней второй лактации опытная группа превосходила контроль на 354 кг (9,7%; $P \geq 0,999$), третьей – на 478 кг (11,8%; $P \geq 0,999$), по наивысшей лактации – на 379 кг (8,4%; $P \geq 0,999$). Выход молочного жира и белка у животных немецкой селекции был достоверно выше во все изученные лактации.

Коэффициент молочности (отношение удоя к живой массе) в опытной группе также оказался выше на 0,09–0,69 единицы в зависимости от лактации, что свидетельствует о более эффективном метаболизме кормов в молоко у животных немецкой селекции.

Воспроизводительные качества (таблица 3) у животных обеих групп находились в пределах физиологической нормы.

Таблица 3 – Воспроизводительная способность коров симментальской породы

Показатель	Отечественная	Немецкая селекция
	селекция (контроль) М±m	(опыт) М±m
Возраст при первом отеле, мес.	30,7±1,49	29,3±5,40
Сухостойный период, дни	64,2±2,19	64,1±6,56
Сервис-период, дней	65,3±3,18	72,4±7,12
МОП, дней	359,1±0,40	365,0±0,38
КВС	1,03±0,23	1,02±0,33
Индекс Дохи	45,6±1,49	46,7±1,01**

Примечание: ** $P \geq 0,99$.

Отмечено недостоверное снижение возраста первого отёла у немецких симменталов (29,3 против 30,7 мес.), что согласуется с данными авторов В.П. Гавриленко, П.С. Катмакова и А.Н. Прокофьева (2018), также отмечавших более раннее созревание импортных животных [7].

Сервис-период у коров немецкой селекции был несколько продолжительнее (72,4 против 65,3 дней), что может быть связано с более интенсивным молокообразованием. Подобная тенденция отмечалась и в исследованиях Г.В. Пономарёвой (2003) при изучении высокопродуктивных помесей [2]. Индекс Дохи, характеризующий эффективность осеменения, оказался достоверно выше в опытной группе (46,7 против 45,6; $P \geq 0,99$). В целом, использование животных немецкой селекции не привело к существенному ухудшению воспроизводительной функции.

Проведённые исследования и анализ литературных данных позволяют сделать ряд обобщений относительно эффективности использования симментальского скота немецкой селекции в условиях Саратовской области.

Во-первых, полученные результаты подтверждают более высокий генетический потенциал немецких симменталов по молочной продуктивности, что согласуется с данными Г.Н. Янковой (2004) [1] и А.Ф. Шевхужева и Д.Р. Смакуева (2014) [8]. Достоверное превосходство по выходу молочного жира и белка, нарастающее от лактации к лактации, свидетельствует о хорошей реализации генетического потенциала в условиях СПК «Абодимовский».

Важно отметить, что повышенная молочная продуктивность немецких симменталов не сопровождается критическим ухудшением воспроизводительной функции. Хотя сервис-период у них несколько длиннее, все показатели остаются в пределах физиологической нормы, что позволяет вести эффективное воспроизводство стада. Подобная тенденция отмечена и в исследованиях В.П. Лушниковой, Т.С. Преображенской и др. [5].

Также, следует отметить, что, несмотря на преимущества немецких симменталов по удою, содержание жира и белка в молоке у них не уступает отечественным аналогам, что важно для молокоперерабатывающей промышленности региона. Однако, как отмечают Г.М. Гончаренко с соавторами (2024), сыропригодность молока импортных животных может быть ниже, что требует дополнительных исследований и определенных усилий в этом направлении [1].

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

Коровы-первотелки симментальской породы немецкой селекции (линия Редад, бык Имрих) достоверно превосходят животных отечественной селекции (линия Флориана, бык Цыбок) по выходу молочного жира и белка за первую лактацию при сопоставимом уровне жирности и белковости молока. Преимущество немецких симменталов по удою, количеству молочного жира и белка нарастает от первой к третьей лактации и наивысшей, что подтверждается достоверными различиями ($P \geq 0,999$) по большинству показателей. Коэффициент молочности у коров опытной группы выше на 0,09–0,69 единицы в зависимости от лактации.

Воспроизводительная способность животных обеих групп находится в пределах физиологической нормы. Индекс Дохи у немецких симменталов достоверно выше (46,7 против 45,6; $P \geq 0,99$), что свидетельствует об интенсивной половой цикличности.

Подтверждено, что использование импортных производителей симментальской породы является эффективным методом повышения молочной продуктивности при сохранении адаптационного потенциала, однако требует контроля за воспроизводительной функцией и качественными показателями молока.

Литература:

1. Янкова Г. Н. Хозяйственно-полезные признаки коров симментальской породы немецкой и местной селекции в условиях Забайкалья: дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2004. 218 с.
2. Пономарёва Г. В. Влияние генотипа коров на их продуктивность и качество молочной продукции: дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 2003. 111 с.
3. Генотипическая структура, метаболический статус и качество молока коров симментальской породы / Г. М. Гончаренко, Е. Ю. Заборских, О. И. Себежко и др. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 12. С. 89-98.
4. Демьянюк И. В. Продуктивные и биологические особенности симментальского скота в условиях Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2008. 117 с.

5. Лушников В. П., Преображенская Т. С., Стрильчук А. А., Татьяна Е. О. Характеристика племенной базы симментальской породы крупного рогатого скота Приволжского федерального округа // Аграрный научный журнал. 2025. № 12. С. 120-126.

6. Сивкин Н. В., Стрекозов Н. И. Воспроизводство и продуктивность формируемых стад скота айрширской, симментальской и черно-пестрой пород // Зоотехния. 2021. № 12. С. 14-19.

7. Гавриленко В. П., Катмаков П. С., Прокофьев А. Н. Воспроизводительная способность коров разных генотипов использованных в стаде скота симментальской породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1 (41). С. 74-78.

8. Шевхужев А. Ф., Смакуев Д. Р. Молочная продуктивность коров симментальской породы различных внутривидовых типов // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 9. С. 602-605.

9. Копанева, Ю. В., Байбалова Г. П., Ковров А. В. Влияние возраста плодотворного осеменения и живой массы на молочную продуктивность голштинизированных коров черно-пестрой породы // Аграрная наука. – 2017. – № 10. – С. 20-23.

10. Игнатьева Л. П., Нарышкина Е. Н. Моделирование селекционного прогресса по молочной продуктивности в популяции симментальского скота России, основанного на оценке племенной ценности EBV // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38, № 8. С. 33-40

11. Абылкасымов Д., Абрампальская О. В., Шмидт Ю. И., Чаргеишвили С. В. Продолжительность продуктивного использования коров разной селекции // Зоотехния. 2019. № 3. С. 26-30. doi: 10.25708/ZT.2019.84.94.007

12. Анохин С. М., Жучаев К. В., Иванов О. А. и др. Молочная продуктивность первотелок голштинской и симментальской пород с разным уровнем воспроизводительных качеств // Вестник ИРГСХА. 2019. № 93. С. 121 -130

13. Никитина М. М., Виль Л. Г. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества дочерей симментальских быков австрийской и немецкой селекции в Хакасии // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 3. С. 16 -20. doi: 10.3343/ MS. 2020. 27. 81. 004

References:

1. Yankova G. N. Economically useful traits of Simmental cows of German and local selection in the conditions of Transbaikalia. Cand. Dis. [*Khozyaystvenno-poleznye priznaki korov simmental'skoy porody nemetskoy i mestnoy selektsii v usloviyakh Zabaykal'ya. Kand.Diss.*]. Novosibirsk, 2004. 218p. – Text direct
2. Ponomareva G. V. Interdependence of the cow genotype and productivity and quality of dairy products. Cand. Diss. [*Vliyanie genotipa korov na ikh produktivnost' i kachestvo molochnoy produktsii. Kand.Diss.*]. Kursk, 2003. 111p. – Text direct
3. Goncharenko G. M., Zaborskikh E. Yu., Sebezhko O. I. Genotypic structure, metabolic status and milk quality of Simmental cows. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2024, vol. 54, no. 12, pp. 89-98. (In Russian) – Text direct
4. Dem'yanyuk I. V. Productive and biological characteristics of Simmental cattle in the Volga region. Cand. Diss. [*Produktivnye i biologicheskie osobennosti simmental'skogo skota v usloviyakh Povolzh'ya. Kand. Dis.*]. Stavropol', 2008. 117p. – Text direct
5. Lushnikov V. P., Preobrazhenskaya T. S., Stril'chuk A. A., Tat'yanina E. O. Characteristics of the breeding base of the Simmental cattle breed in the Volga Federal District. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2025, no. 12, pp. 120-126. (In Russian) – Text direct
6. Sivkin N. V., Strekozov N. I. Reproduction and productivity of the formed herds of Ayrshire, Simmental and Black-and-White cattle breeds. *Zootekhnika* [Animal Science], 2021, no. 12, pp. 14-19. (In Russian) – Text direct
7. Gavrilenko V. P., Katmakov P. S., Prokof'ev A. N. Reproductive capacity of cows of different genotypes used in a Simmental cattle herd. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2018, no. 1 (41), pp. 74-78. (In Russian) – Text direct
8. Shevkhezhev A. F., Smakuev D. R. Milk productivity of Simmental cows of various intrabreed types. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2014, no.9, pp. 602-605. (In Russian) – Text direct
9. Kopaneva Yu.V., Baybalova G.P., Kovrov A.V. Interdependence of milk productivity on fruitful insemination age and live weight in the Holsteinized Black-and-White cows. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2017, no. 10, pp. 20-23. (In Russian) – Text direct
10. Ignat'eva L.P., Naryshkina E.N. Modeling of selection progress for milk productivity in the Simmental cattle population in Russia based on the EBV breeding value assessment. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex],

2024, vol. 38, no. 8, pp. 33-40. (In Russian) – Text direct

11. Abylkasymov D., Abrampal'skaya O.V., Shmidt Yu.I., Chargeishvili S.V. Duration of productive use of cows of different selections. *Zootekhnika* [Animal Science], 2019, no. 3, pp. 26-30. DOI: 10.25708/ZT.2019.84.94.007 (In Russian) – Text electronic

12. Anokhin S.M., Zhuchaev K.V., Ivanov O.A. Milk productivity of first-calf heifers of Holstein and Simmental breeds with different levels of reproductive qualities. Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy [*Vestnik IRGSKhA*], 2019, no. 93, pp. 121 -130. (In Russian) – Text direct

13. Nikitina M.M., Vil' L.G. Milk productivity and reproductive qualities of daughters of Simmental bulls of Austrian and German selection in Khakassia. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2020, no. 3, pp. 16 -20. DOI: 10.3343/ MS. 2020. 27. 81. 004 (In Russian) – Text electronic

Milk yield and reproductive capacity of Simmental cows of domestic and German breedings in their lactation dynamics

Anisimova Ekaterina Ivanovna, Doctor of Science (Agriculture)

e-mail: anisimova_science@mail.ru

Federal state budgetary scientific institution «Research Institute of agriculture of the South-East»

Kononova Lidiya Valentinovna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: kononova-lidij@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasus Federal Center of Agriculture Research

Sycheva Ol'ga Vladimirovna, Doctor of Science (Agriculture), Professor

e-mail: olga-sycheva@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Stavropol' State Agrarian University

Keywords: Simmental, selection, productivity, reproductive capacity, milk yield coefficient

Abstract. The article presents the results of a comparative study of milk yield, milk quality and reproductive capacity of purebred Simmental cows of domestic (Floriana line, Tsybok bull) and German (Redad line, Im-rich bull) breedings at the breeding farm of the *Abodimovskiy* agricultural production cooperative in the Saratov Region. The study has involved 40 cows (20 animals in each control and experimental group) with subsequent productivity assessment in the first, second, third and last lactations. It has been found that animals of the German breeding significantly outperform their peers of domestic origin in milk yield by 5.2-11.8% ($P \geq 0.95-0.999$), the amount of milk fat and protein for all lactations assessed, and are also characterized by higher milk yield coefficients (by 0.09-0.69 units). At the same time, the reproductive qualities of the animals in both groups have been within the physiological range.

Органоминеральные комплексы как фактор повышения эффективности питания и качественных показателей сои в условиях северного Афганистана

Нури Мохаммад Наим, аспирант

e-mail: naimnoori111@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

Жарких Ольга Андреевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии

e-mail: o.a.zharkikh@rgau-msha.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

Дмитревская Инна Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры химии

e-mail: i.dmitrevskaya@rgau-msha.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

Усова Ксения Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии

e-mail: kseniyausuva@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, ОМК, урожайность, качество продукции, Афганистан.

Аннотация. Представлены результаты двухлетних полевых экспериментов (2024–2025 гг.) по изучению влияния минеральных удобрений и органоминерального комплекса (ОМК) на основе гуминовых и фульвовых кислот на урожайность и качество продукции сои сорта

Stine 3400 в условиях Афганистана провинции Фарьяб. Установлено, что совместное применение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{80}K_{40}$ и органоминерального комплекса (ОМК) обеспечивало максимальную урожайность семян 2,26 т/га и соломы 4,76 т/га, превышая значения контрольного варианта на 51,2% и на 46,2% соответственно. В среднем за два года исследований в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК были самые высокие биохимические показатели семян: протеина 36,04% и жира 25,29%.

Анализ вегетативных частей растений сои показал, что применение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{80}K_{40}$ и ОМК влияло на увеличение содержание клетчатки, протеина, жира и золы в стеблях, листьях и створках бобов.

Введение

Соя (*Glycine max* L.) занимает особое место среди зернобобовых культур благодаря высокому содержанию белка в семенах, значительному выходу масла и универсальности использования в пищевых и кормовых целях. В системе современного земледелия она рассматривается не только как источник полноценного растительного сырья, но и как культура, способная участвовать в поддержании почвенного плодородия за счёт симбиотической фиксации азота. Именно сочетание хозяйственной ценности и агроэкологической функции делает сою одной из наиболее перспективных культур для интенсификации сельскохозяйственного производства в регионах с ограниченными ресурсами [1,2,7].

Для Афганистана проблема повышения продуктивности полевых культур имеет не только агрономическое, но и социально-экономическое значение, поскольку эффективность сельского хозяйства непосредственно связана с продовольственной обеспеченностью и уровнем доходов сельского населения [12, 15]. Вместе с тем реализация потенциала сои в местных условиях ограничивается рядом факторов, среди которых наиболее существенными являются низкое содержание органического вещества в почвах, недостаточная обеспеченность элементами минерального питания, нарушение водно-физических свойств почв и ограниченная доступность агрохимикатами. В таких условиях особую актуальность приобретает поиск приёмов, позволяющих одновременно повысить урожайность культуры и улучшить качество получаемой продукции при рациональном использовании удобрений [9,14].

Одним из наиболее перспективных направлений в решении данной задачи является сочетанное применение минеральных удобрений и органоминеральных комплексов на основе гуминовых и фульвовых кислот. Гуминовые и фульвовые кислоты также оказывают влияние на формирование биохимического состава семян, что имеет принципиальное значение для оценки качества соевой продукции. На

фоне улучшенного минерального питания возрастает интенсивность синтеза белковых соединений и других ценных компонентов, определяющих пищевую и кормовую ценность урожая. Кроме того, использование таких препаратов может способствовать более полному раскрытию продукционного потенциала культуры за счёт оптимизации физиологических процессов в период вегетации и налива семян [4, 7, 14].

Гуминовые и фульвовые кислоты, а также их производные обладают выраженным физиологическим и почвоулучшающим действием: они способствуют активизации корнеобразования, повышают доступность элементов питания, усиливают обменные процессы в растении и улучшают условия для усвоения макро- и микроэлементов [3, 5, 6]. Благодаря этому органоминеральные комплексы могут рассматриваться как важный фактор повышения эффективности минерального питания сои, особенно в условиях почв с пониженным естественным плодородием [10, 13].

Особый интерес представляет изучение эффективности совместного применения минеральных удобрений и органоминеральных комплексов именно в условиях Афганистана, где подобные технологии могут стать экономически и агрономически оправданной альтернативой традиционным схемам питания растений. С учётом природно-климатических особенностей региона и ограниченности ресурсной базы, выявление оптимальных сочетаний удобрений является необходимым условием разработки устойчивых технологий возделывания сои [11].

Целью работы являлось изучение влияния совместного применения минеральных удобрений и органоминерального комплекса, содержащего гуминовые и фульвовые кислоты и их соли, на урожайность и качество получаемой продукции сои в почвенно-климатических условиях Афганистана провинции Фарьяб.

Материалы и методы

Полевые эксперименты по изучению сои проводились в течение двух вегетационных сезонов (2024–2025 гг.) на базе полевой исследовательской станции Университета Фарьяба, расположенной в провинции Фарьяб (северный Афганистан). В качестве объекта исследования был выбран сорт сои Stine 3400, продемонстрировавший в ходе предшествующих испытаний высокую адаптивность к агроклиматическим условиям данного региона.

Посев осуществлялся вручную в мае на глубину 4 см при схеме размещения растений 40 × 40 см между рядами и 20 × 20 см — в ряду. Площадь учётной делянки составляла 6 м², норма высева — 80 кг/га.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка была получена по результатам лабораторного анализа, выполненного на базе Российского государственного аграрного университета — МСХА

имени К.А. Тимирязева. Почвенный покров исследовательской станции характеризуется слабощелочной реакцией среды (рН водный — 8,2), низким содержанием гумуса по Тюрину (1,92 %), недостаточным уровнем общего азота (N общ. — 0,12 %), подвижного фосфора (P_2O_5 по Мачигину — 14,48 мг/кг) и обменного калия (K_2O по Мачигину — 253,4 мг/кг), что свидетельствует об общем дефиците элементов минерального питания.

Основная обработка почвы проводилась в осенний период, предпосевная подготовка — весной. В схему питания были включены минеральные удобрения — диаммонийфосфат, мочеви́на и сульфат калия, — которые вносились в качестве основного удобрения до посева в соответствии с агротехническими рекомендациями.

В качестве органического источника питательных веществ применялся органоминеральный комплекс (ОМК) — препарат на основе гуминовых и фульвокислот, разработанный на кафедре химии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. ОМК представляет собой многокомпонентную систему, формирующуюся в результате длительной биохимической трансформации органического вещества почвы и обладающую выраженной физиологической активностью. Механизм действия препарата связан с активацией ферментативных процессов, повышением эффективности поглощения элементов питания, а также ускорением процессов созревания и формирования урожая с улучшенными качественными показателями. Обработки ОМК в концентрации 0,001 г/л проводились методом опрыскивания двукратно: в фазе трёх настоящих листьев и в фазе образования бобов.

Схема опыта включала восемь вариантов: 1) контроль (без удобрений); 2) $N_{20}P_{40}K_{20}$; 3) $N_{40}P_{80}K_{40}$; 4) $N_{60}P_{120}K_{60}$; 5) ОМК (0,001 г/л); 6) $N_{20}P_{40}K_{20}$ + ОМК; 7) $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК; 8) $N_{60}P_{120}K_{60}$ + ОМК, что позволило оценить как самостоятельное действие удобрений и биостимулятора, так и эффект их совместного применения.

Качество собранного урожая, а также вегетативной массы оценивалось методом ближней инфракрасной спектроскопии с использованием спектрометра SpectraStar 2600XT-R, в соответствии с ГОСТ 12099-2017.

Результаты и обсуждение

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о влиянии применяемых удобрений на продуктивность сои сорта Stine 3400. В целом за два года исследований (2024–2025 гг.) установлено: увеличение урожайности семян и соломы по мере усложнения системы питания от применения только минеральных удобрений до их совместного использования с органоминеральным комплексом (ОМК).

Таблица 1 – Урожайность сои сорт Stine 3400

Год	Вариант опыта	Урожайность семян сои т/га	Урожайность соломы сои т/га
2024	Контроль	1,51	3,38
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	1,69	3,75
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	1,84	4,04
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	1,72	3,81
	ОМК	1,76	3,92
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ + ОМК	1,92	4,24
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК	2,29	4,67
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ + ОМК	2,00	4,22
	НСР ₀₅	0,08	0,16
2025	Контроль	1,48	3,13
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	1,73	3,57
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	1,79	3,79
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	1,83	4,01
	ОМК	1,78	3,74
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ + ОМК	1,89	4,12
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК	2,24	4,86
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ + ОМК	1,96	4,33
	НСР ₀₅	0,07	0,16

В 2024 году урожайность семян сои в контрольном варианте составила 1,51 т/га. Внесение возрастающих доз минеральных удобрений без ОМК обеспечивало прибавку урожая в диапазоне 0,18–0,33 т/га к контролю. Максимальная урожайность семян была достигнута в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ (1,84 т/га), тогда как дальнейшее повышение дозы до $N_{60}P_{120}K_{60}$ несколько снизило её до 1,72 т/га, что может указывать на избыточное азотное питание, подавляющее симбиотическую азотфиксацию. В 2025 году в этих вариантах не наблюдалось существенного различия, однако они были все больше контроля.

Наиболее высокие урожаи получены при комбинированном применении минеральных удобрений и ОМК. В 2024 г. наибольшая урожайность отмечена в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК и составила 2,29 т/га, что на 51,3% больше относительно контроля. В 2025 году урожайность семян сои составила 2,24 т/га, что обеспечило прибавку 51,2% относительно контроля. В среднем за два года исследований варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК урожайность семян 2,26 т/га, что на 24,5% больше по сравнению с вариантом $N_{40}P_{80}K_{40}$.

Урожайность соломы коррелировала с урожайностью семян, так минимальные значения урожайности соломы наблюдались в контрольных вариантах, где в 2024 году этот показатель составил 3,38 т/га, а в 2025 году — 3,13 т/га, в среднем за два года исследований 3,26 т/га. Наиболее высокие были отмечены при комбинированном применении минеральных удобрений с органоминеральным комплексом в дозе $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК. В 2024 году урожайность соломы достигла 4,67 т/га, а в

2025 году 4,86 т/га, в среднем за два года исследований 4,76 т/га, что превышает контрольный вариант на 46,2%.

Химический состав семян сои является важнейшим показателем качества продукции и во многом определяет её кормовую и пищевую ценность. Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о том, что содержание протеина, жира, золы и клетчатки в семенах существенно изменялось в зависимости от фона питания и года исследований.

Таблица 2 – Химический состав семян сои, % на абсолютно сухое вещество

Год	Вариант	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка
2024	Контроль	28,96	19,45	4,92	8,03
	N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	31,45	22,13	5,21	8,15
	N ₄₀ P ₈₀ K ₄₀	31,53	23,44	5,47	9,34
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	32,91	23,56	5,56	9,42
	ОМК	31,56	23,55	5,61	9,19
	N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ +ОМК	33,18	23,66	5,62	9,62
	N ₄₀ P ₈₀ K ₄₀ +ОМК	34,73	24,79	5,96	9,95
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀ +ОМК	33,33	23,7	5,72	9,64
	HCP ₀₅	1,11	0,94	0,23	0,38
2025	Контроль	30,21	21,45	5,02	8,08
	N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	33,40	23,13	5,21	8,55
	N ₄₀ P ₈₀ K ₄₀	34,89	23,46	5,07	9,34
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	35,04	24,58	5,04	9,61
	ОМК	34,06	23,55	5,07	9,19
	N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀ +ОМК	33,89	24,66	5,08	9,62
	N ₄₀ P ₈₀ K ₄₀ +ОМК	37,35	25,79	5,88	10,82
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀ +ОМК	34,76	24,7	5,07	9,74
	HCP ₀₅	1,18	0,98	0,21	0,38

В 2024 году содержание протеина в контрольном варианте составило 28,96%. По мере увеличения доз минеральных удобрений этот показатель закономерно возрастал: N₂₀P₄₀K₂₀ — 31,45%, N₄₀P₈₀K₄₀ — 31,53%, N₆₀P₁₂₀K₆₀ — 32,91%. Обработка растений ОМК без внесения минеральных удобрений обеспечила содержание протеина в семенах 31,56%, что сопоставимо с вариантами N₂₀P₄₀K₂₀ и N₄₀P₈₀K₄₀. Совместное применение минеральных и органоминеральных удобрений привело к наиболее существенному обогащению семян белком: N₂₀P₄₀K₂₀+ОМК — 33,18%, N₄₀P₈₀K₄₀+ОМК — 34,73%, N₆₀P₁₂₀K₆₀+ОМК — 33,33%.

В 2025 году уровень содержания протеина в семенах в целом несколько превосходил показатели 2024 года. Контрольный вариант содержал 30,21% протеина, что на 1,25 % выше, чем в предыдущем году. Аналогичная тенденция прослеживалась во всех вариантах: максимальное значение отмечено в варианте N₄₀P₈₀K₄₀+ОМК — 37,35%, что превысило контроль на 7,14 %. В среднем за два года применение этого варианта удобрений повысило содержание протеина в семенах до 36,04% по сравнению с 29,59% в контроле.

Содержание жира в семенах также увеличилось по всем вариантам опыта. В 2024 году показатели варьировали от 19,45% (контроль) до 24,79% ($N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК); в 2025 году — от 21,45 до 25,79% соответственно. В среднем за два года исследований разница между контрольным и $N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК составила 4,84 %.

Содержание золы в семенах в среднем за два года исследований увеличивалась от 4,97 % (контроль) до 5,92 % в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК; содержание клетчатки — с 8,05 % до 10,39 %.

Химический состав стеблей сои характеризуется высоким содержанием клетчатки (структурного полисахарида клеточных стенок) и низким содержанием липидов и протеина (Таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав стеблей сои, % на абсолютно сухое вещество

Год	Вариант	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка
2024	Контроль	3,34	0,23	2,88	37,82
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	4,18	0,25	3,12	39,75
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	4,22	0,28	3,24	40,12
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	4,36	0,28	3,38	40,74
	ОМК	4,55	0,27	3,35	40,55
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ +ОМК	4,86	0,29	4,04	40,88
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК	5,14	0,31	4,78	41,87
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ +ОМК	4,72	0,28	4,18	41,13
	HCP ₀₅	0,19	0,03	0,15	1,65
2025	Контроль	3,11	0,21	2,17	39,99
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	3,21	0,23	2,26	40,47
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	3,28	0,26	2,25	40,75
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	4,62	0,27	3,23	42,02
	ОМК	3,46	0,24	2,4	41,62
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ +ОМК	4,69	0,27	3,22	42,71
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК	5,33	0,29	3,75	43,17
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ +ОМК	4,23	0,25	3,41	42,24
	HCP ₀₅	0,16	0,011	0,12	1,76

Содержание клетчатки составило 37,82 % в 2024 году и 39,99 % в 2025 году. Данный показатель закономерно возрастал по мере увеличения доз вносимых удобрений до 41,87 в 2024 году и до 43,17 % в 2025 году в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК, отражая активизацию процессов формирования клеточных стенок при оптимальном питании растений сои.

Содержание протеина в стеблях контрольного варианта составило 3,34% в 2024 г. и 3,11% в 2025 г. (в среднем 3,23%). Применение удобрений способствовало увеличению этого показателя. Так, наибольшие значения в 2024 г. были получены в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ +ОМК — 5,14%, в 2025 г. — также в этом варианте — 5,33%, в среднем за два года — 5,24%.

В среднем за два года исследований в контрольном варианте

содержание жира составило 0,22 %, золы 2,53 % в контрольном варианте. Наибольшее содержание этих показателей также отмечено при варианте $N_{40}P_{80}K_{40} + \text{ОМК}$ — 0,31% и 4,27 % соответственно.

Химический состав листьев сои существенно отличается от состава стеблей, данные по основным показателям (протеин, жир, зола, клетчатка) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав листьев сои, % на абсолютно сухое вещество

Год	Вариант	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка
2024	Контроль	8,74	1,26	4,76	27,45
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	10,68	1,55	5,34	28,88
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	10,69	1,57	5,39	29,24
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	11,81	1,58	5,52	29,28
	ОМК	11,39	1,56	5,42	29,26
	$N_{20}P_{40}K_{20} + \text{ОМК}$	11,62	1,61	5,65	29,28
	$N_{40}P_{80}K_{40} + \text{ОМК}$	12,45	1,88	5,9	29,52
	$N_{60}P_{120}K_{60} + \text{ОМК}$	11,69	1,84	5,74	29,31
	HCP_{05}	0,48	0,07	0,22	1,25
2025	Контроль	10,83	1,21	5,38	28,37
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	11,58	1,61	5,47	29,2
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	11,66	1,66	5,49	29,21
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	12,2	1,68	5,67	29,22
	ОМК	11,09	1,66	5,63	29,25
	$N_{20}P_{40}K_{20} + \text{ОМК}$	11,71	1,71	5,77	29,39
	$N_{40}P_{80}K_{40} + \text{ОМК}$	12,94	1,98	5,9	29,62
	$N_{60}P_{120}K_{60} + \text{ОМК}$	11,7	1,84	5,79	29,35
	HCP_{05}	0,5	0,07	0,23	1,26

В 2024 году содержание протеина в листьях контрольного варианта составило 8,74%, тогда как в варианте $N_{40}P_{80}K_{40} + \text{ОМК}$ достигло 12,45%. В 2025 году аналогичные показатели составили 10,83 и 12,94% соответственно. При этом в листьях контрольного варианта 2025 года содержание протеина (10,83%) заметно превысило показатель 2024 года (8,74%), что коррелирует с аналогичной тенденцией в семенах. В среднем за два года максимальное содержание протеина в листьях также отмечено в варианте $N_{40}P_{80}K_{40} + \text{ОМК}$ составил 12,70%, а в контрольном — 9,79%.

Содержание золы в листьях варьировало в пределах 4,76–5,90% (2024 г.) и 5,38–5,90% (2025 г.), что существенно выше, чем в стеблях и створках. Содержание клетчатки в листьях было значительно ниже, чем в стеблях и створках, и варьировало в среднем за два года исследований от 27,21 до 29,57%.

Створки бобов сои по химическому составу занимают промежуточное положение между семенами, стеблями и листьями (Таблица 5). Умеренное содержание протеина и жира сочетается с относительно высоким уровнем клетчатки. Такой баланс питательных веществ подчеркивает

морфофизиологические особенности створок как переходного органа между репродуктивными и вегетативными тканями [8].

Таблица 5 – Химический состав створок бобов сои, % на абсолютно сухое вещество

Год	Вариант	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка
2024	Контроль	3,56	0,22	2,28	31,23
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	4,12	0,27	2,57	33,41
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	4,35	0,34	2,58	33,49
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	4,39	0,36	2,67	35,55
	ОМК	4,36	0,35	2,71	34,72
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ + ОМК	4,56	0,44	3,22	35,53
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК	4,87	0,49	3,41	37,46
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ + ОМК	4,51	0,44	3,21	36,23
	HCP ₀₅	0,18	0,01	0,12	1,51
2025	Контроль	4,16	0,18	2,48	32,34
	$N_{20}P_{40}K_{20}$	4,37	0,27	2,69	34,41
	$N_{40}P_{80}K_{40}$	4,44	0,32	2,75	34,49
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	4,58	0,35	2,77	35,43
	ОМК	4,52	0,33	2,71	35,25
	$N_{20}P_{40}K_{20}$ + ОМК	4,56	0,34	3,35	36,43
	$N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК	4,87	0,49	3,48	37,86
	$N_{60}P_{120}K_{60}$ + ОМК	4,51	0,39	3,21	36,26
	HCP ₀₅	0,18	0,01	0,12	1,52

Влияние системы удобрений на химический состав створок в целом соответствует общей тенденции, описанной для других частей растений, однако выражено менее интенсивно. В среднем за два года исследований максимальное содержание протеина — 4,87%, жира — 0,49%, золы — 3,44% и клетчатки — 37,16% в створках также отмечено в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК. Содержание тех же показателей в контрольном варианте составило 3,86 %, 0,2%, и 2,38 % соответственно.

В створках бобов наблюдалось существенное содержание клетчатки: в контрольных вариантах в 2024 году — 31,2 %, в 2025 году — 32,34 %. С увеличением доз минеральных удобрений наблюдалось накопление клетчатки до 37,46 % в 2024 году, до 37,86 % в 2025 году в варианте $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК. Рост содержания клетчатки в створках под влиянием минеральных удобрений, а также их совместного применения с ОМК, может быть обусловлен усиленным синтезом лигнина и целлюлозы в тканях перикарпия, который обеспечивает механическую прочность бобов и их устойчивость к растрескиванию при созревании [8].

Заключение

Установлено, что применение минеральных удобрений в возрастающих дозах последовательно увеличивало урожайность

семян, однако зависимость носила нелинейный характер: высокие дозы удобрений в варианте $N_{60}P_{120}K_{60}$ не обеспечили дальнейшего прироста продуктивности, что обусловлено ингибирующим влиянием высоких концентраций минерального азота на симбиотическую азотфиксацию. Применение органоминерального комплекса на основе гуминовых и фульвовых кислот без внесения удобрений показало агрономическую эффективность, сопоставимую с умеренными нормами минеральных удобрений, что свидетельствует о высоком биостимулирующем потенциале препарата в условиях дефицитного почвенного плодородия.

В среднем за два года исследований вариант $N_{40}P_{80}K_{40}$ + ОМК обеспечил максимальную урожайность семян (2,27 т/га), относительно контроля на 51,2%, а также достиг наивысших значений по содержанию протеина (36,04%) и жира (25,29%) в семенах. Аналогичная закономерность прослеживалась в химическом составе вегетативных органов — стеблей, листьев и створок бобов, что отражает системное улучшение метаболической активности растений при оптимизированном питании, повышая урожайность соломы на 46,3% относительно контроля.

Таким образом, интеграция ОМК в систему минеральных удобрений позволяет не только повысить продуктивность сои сорта Stine 3400, но и снизить нормы внесения минеральных удобрений без потери урожайности. Применение $N_{40}P_{80}K_{40}$ совместно с ОМК рекомендуется для возделывания сои в почвенно-климатических условиях Афганистана (провинции Фарьяб).

Литература:

1. Абдурахманова, Д. М. Повышение продуктивности сои в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана / Д. М. Абдурахманова, Г. М. Мусаев // Известия Дагестанского ГАУ. – 2025. – № 4 (28). – С. 15–18.
2. Анисимов, П. В. Изучение хозяйственной и экономической эффективности от применения препарата Реликт Р на сое / П. В. Анисимов, О. В. Леухина, А. А. Зеленов // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2021. – Т. 8, № 1–2. – С. 11–14.
3. Белопухов, С. Л. Термический анализ соломы сои и перспективы ее использования / С. Л. Белопухов, М. Х. О. Мохамад // Инновационные исследования: опыт, проблемы внедрения результатов и пути решения: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2024. – С. 39–41.
4. Беляков М.В. Сортовая идентификация сои по статистическим параметрам светопоглощения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – 26(6). – С. 1422-1430.
5. Елисеева, Л. В. Влияние гуминовых препаратов на

продуктивность и качество семян сои / Л. В. Елисеева, И. Ю. Глинский, С. В. Филиппова // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 7 (172). – С. 3–10.

6. Ерохова, С. А. Влияние микроудобрения на урожайность и качество семян сои / С. А. Ерохова, И. В. Шабанова // АгроФорум. – 2023. – № 3. – С. 58–59.

7. Задорожная, В. А. Оценка сортов сои по содержанию белка и жира в условиях лесостепи ЦЧР / В. А. Задорожная, С. Ю. Федосеев // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3 (11). – С. 9–14.

8. Зеленцов, С. В. Зависимость устойчивости бобов сои к растрескиванию от анатомического строения их створок / С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко, Е. Н. Будников // Вестник науки и образования. – 2015. – № 8 (10). – С. 38–44.

9. Козлова, Е. И. Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе / Е. И. Козлова, М. А. Новак, В. В. Яндьо // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, – № 1 (76). – С. 213–220. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_213.

10. Лазарев, В. И. Влияние гуминовых удобрений на урожайность и качество зерна сои / В. И. Лазарев, Ж. Н. Минченко, Б. С. Ильин // Плодородие. – 2022. – № 5. – С. 94–100. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.24.

11. Леухина, О. В. Урожай и качество зерна новых сортов сои в зависимости от применения некорневой подкормки / О. В. Леухина, Е. В. Головина // Связь науки и производства - главное направление деятельности молодых ученых: материалы совместной международной научно-практической онлайн-конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 300-летию РАН. – Орёл, 2024. – С. 57–61.

12. Мир, А. А. Влияние возрастных доз фосфора на рост и биологическую продуктивность сои в условиях северных провинций Афганистана / А. А. Мир, М. С. Нарзуллоев, Насратулло Х., А. Эргашев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2016. – № 1–3 (200). – С. 241–245.

13. Нагорных, А. В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на качество и продуктивность сои в условиях Курской области / А. В. Нагорных, А. А. Воронина, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 28–34.

14. Османи, М. Х. Влияние гиббереллина на рост и развитие сои в Афганистане / М. Х. Османи // Агрохимический вестник. – 2024. – № 1. – С. 95–97.

15. Османи, М. Х. Информационные технологии и их роль для агротехнологий выращивания сои в Афганистане / М. Х. Османи, С. Л. Белопухов // Информационные технологии как основа прогрессивных

научных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2024. – С. 47–49.

16. Рахманова, Г. Ф. Органоминеральные удобрения в земледелии и растениеводстве. Обзор / Г. Ф. Рахманова, К. Р. Гарафутдинова, Н. И. Кириллова, Р. Р. Сафина // Рисоводство. – 2023. – № 4 (61). – С. 68–77.

References:

1. Abdurakhmanova, D. M., Musaev G. M. Increase of soybean productivity in the Terek-Sulak subprovince of Dagestan. *Izvestiya Dagestanskogo GAU* [Bulletin of the Dagestan State Agrarian University], 2025, no. 4 (28), pp. 15-18. (In Russian) – Text direct

2. Anisimov P.V., Leukhina O.V., Zelenov A.A. Study of the *Relikt R* drug economic efficiency when used for soybeans. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur* [Selection and Variety Breeding of Horticultural Crops], 2021, vol. 8, no. 1–2, pp. 11–14. (In Russian) – Text direct

3. Belopukhov S.L., Mokhamad M.Kh.O. Thermal analysis of soy straw and prospects for its use. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Innovatsionnye issledovaniya: opyt, problemy vnedreniya rezul'tatov i puti resheniya"* [Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. "Innovative research: experience, result implementation problems and their solution ways"]. Ufa, 2024, pp. 39–41. (In Russian) – Text direct

4. Belyakov M.V. Varietal identification of soybeans by statistical parameters of light absorption. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of Europe and the North-East], 2025, no. 26(6), pp. 1422-1430. (In Russian) – Text direct

5. Eliseeva L.V., Glinskiy I. Yu., Filippova S.V. Effect of humic preparations on the productivity and quality of soybean seeds. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of Krasnodar State Agrarian University], 2021, no. 7 (172), pp. 3–10. (In Russian) – Text direct

6. Erokhova S.A., Shabanova I. V. Effect of microfertilizers on the yield and quality of soybean seeds. *AgroForum* [AgroForum], 2023, no. 3, pp. 58–59. (In Russian) – Text direct

7. Zadorozhnaya V.A., Fedoseev S.Yu. Evaluation of soybean varieties for protein and fat content in the forest-steppe conditions of the Central Black Earth Region. *Agrogen Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Agrogen of the Voronezh State Agrarian University], 2025, no. 3 (11), pp. 9–14. (In Russian) – Text direct

8. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Budnikov E.N. Dependence of soybean pod resistance to cracking on their anatomical valve structure. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education], 2015, no. 8 (10), pp. 38-44. (In Russian) – Text direct

9. Kozlova E.I., Novak M.A., Yand'ov V.V. Regional aspects of soybean

market development at the present stage. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Agrarian University], 2023, vol. 16, no. 1(76), pp. 213–220. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_213. (In Russian) – Text electronic

10. Lazarev V.I., Minchenko Zh. N., Il'in B.S. Effect of humic fertilizers on the yield and quality of soybean grains. *Plodorodie* [Fertility], 2022, no. 5, pp. 94–100. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.24. (In Russian) – Text electronic

11. Leukhina O.V., Golovina E.V. Yield and grain quality of new soybean varieties depending on foliar top dressing. *Materialy sovmestnoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy onlayn-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, posvyashchennoy 300-letiyu RAN "Svyaz' nauki i proizvodstva - glavnoe napravlenie deyatel'nosti molodykh uchenykh"* [Proc. of the Joint Int. Online Scientific and Practical Conf. of Young Scientists and Specialists Dedicated to the 300th Anniversary of the Russian Academy of Sciences "Science-and-Production Connection as the Main Activity of Young Scientists"]. Orel, 2024, pp. 57–61. (In Russian) – Text direct

12. Mir A.A., Narzulloev M.S., Nasratullo Kh., Ergashev A. The effect of age-related phosphorus doses on soybean growth and biological productivity in the northern provinces of Afghanistan. *Vestnik Tadzhijskogo nacional'nogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk* [Bulletin of the Tajik National University. Series of Natural Sciences], 2016, no. 1–3 (200), pp. 241–245. (In Russian) – Text direct

13. Nagornyykh A.V., Voronina A.A., Dolgopolova N.V. Effect of growth stimulants and microfertilizers on the quality and productivity of soybeans in the Kursk region. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2023, no. 6, pp. 28–34. (In Russian) – Text direct

14. Osmani M. Kh. Effect of gibberellin on the growth and development of soybeans in Afghanistan. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2024, no.1, pp. 95–97. (In Russian) – Text direct

15. Osmani M. Kh., Belopukhov S. L. Information technologies and their role for agricultural technologies of soybean cultivation in Afghanistan. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Informatsionnye tekhnologii kak osnova progressivnykh nauchnykh issledovaniy"* [Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. "Information Technologies as a Basis for Progressive Scientific Research"]. Ufa, 2024, pp. 47–49. (In Russian) – Text direct

16. Rakhmanova G.F., Garafutdinova K.R., Kirillova N.I., Safina R.R. Organomineral fertilizers in agriculture and crop production. *Risovodstvo* [Rice Growing], 2023, no. 4 (61), pp. 68–77. (In Russian) – Text direct

Organic and mineral complexes as a factor in increasing the nutritional efficiency and quality indicators of soybeans in the conditions of northern Afghanistan

Noori Mokhammad Naim, postgraduate student

e-mail: naimnoori111@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Zharkikh Ol'ga Andreevna, Candidate of Science (Biology), Associate Professor of the Chemistry Department

e-mail: o.a.zharkikh@rgau-msha.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Dmitrevskaya Inna Ivanovna, Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Chemistry Department

e-mail: i.dmitrevskaya@rgau-msha.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Usova Kseniya Aleksandrovna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of the Department of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry

e-mail: kseniyausuva@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: soybeans, mineral fertilizers, organic and mineral complexes, yield, product quality, Afghanistan.

Abstract. The article presents the results of two-year field experiments (2024–2025) on the effect of mineral fertilizers as well as an organic and mineral complex based on humic and fulvic acids on the soybean yield and quality of the Stine 3400 variety in the Faryab province of Afghanistan. It has been found that the combined use of mineral fertilizers at a dose of $N_{40}P_{80}K_{40}$ and an organic and mineral complex provides a maximum seed yield of 2.26 t/ha and a straw yield of 4.76 t/ha, exceeding the values of the control variant by 51.2% and 46.2%, respectively. On average over two years of research, in the $N_{40}P_{80}K_{40}$ + an organic and mineral complex variant has had the highest biochemical seed: 36.04% protein and 25.29% fat.

The analysis of vegetative parts of soybean plants has showed that the use of mineral fertilizers at a dose of $N_{40}P_{80}K_{40}$ and an organic and mineral complex increases the content of fiber, protein, fat and ash in the stems, leaves and bean valves.

Протеомные аспекты созревания твердых и мягких сыров¹

Лепилкина Ольга Валентиновна, доктор технических наук, ведущий аналитик отдела физико-химических и биохимических исследований

e-mail: ov.lepilkina@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ ФНЦ «Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Григорьева Анастасия Игоревна, младший научный сотрудник отдела физико-химических и биохимических исследований

e-mail: a.grigoriyeva@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ ФНЦ «Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Ключевые слова: твердые сыры, мягкие сыры, созревание, протеолиз, пептидные фракции, молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение

Аннотация. Приведены результаты сравнительных исследований протеолитических процессов в твердых (Пармезан, Кальвет) и мягких (Славянский, Брынза) сырах. Методом эксклюзионной хроматографии установлено молекулярно-массовое распределение пептидных фракций водорастворимых экстрактов сыров, позволяющее объективно оценивать глубину и направленность протеолиза. Выявлены принципиальные различия в динамике протеолиза между исследуемыми группами сыров. В **твердых сырах** процесс носит пролонгированный и нелинейный характер. В Пармезане к 12 месяцам созревания доля низкомолекулярных пептидов и аминокислот (<2 кДа) достигает 80% от общего пула при полном отсутствии пептидов в диапазоне молекулярных масс 3,5–15 кДа, что свидетельствует о доминировании вторичного протеолиза, катализируемого ферментами заквасочной микрофлоры. В сыре Кальвет наблюдалось динамическое равновесие первичного и вторичного протеолиза в первые 3 месяца созревания с последующим преобладанием распада среднемолекулярных пептидов. В **мягком сыре** Славянский, технология которого не предусматривает созревания

ния, протеолиз активно протекал в процессе краткосрочного хранения. За 6 суток зафиксировано перераспределение фракций с преобладанием первичного протеолиза. В сыре Брынза выявлен двухфазный процесс: в период посолки в течение 5 суток первичный протеолиз сопровождался временной агрегацией пептидов под действием хлорида натрия; при хранении свыше 10 суток активизировался вторичный протеолиз с двукратным ростом низкомолекулярной фракции (<2 кДа). Установлено, что фоновое распределение пептидных фракций в свежих сырах обоих типов идентично, что позволяет рассматривать его как исходный уровень, от которого начинаются технологически обусловленные изменения. Результаты исследования имеют практическое значение для прогнозирования сроков годности, оптимизации технологических режимов созревания и разработки объективных критериев оценки качества сыров различных видовых групп.

Введение

Протеомные аспекты созревания сыров включают сложный ферментативный распад молочных белков, что приводит к образованию пептидов с различной молекулярной массой, свободных аминокислот, аммиака и других азотсодержащих соединений, которые формируют вкус, аромат, текстуру и являются основой для дальнейшего липолиза и гликолиза, определяя органолептические свойства сыра.

Изменчивость протеома молока, структура, функции и взаимодействие белков в зависимости от множества факторов представляет интерес для исследователей на протяжении многих десятилетий [1-5]. И в настоящее время интерес научного сообщества к этим исследованиям не только не исчезает, но и усиливается из-за появления новых методических возможностей [6].

Применительно к сыроделию использование методов протеомики, основанных на разделении и идентификации белков, пептидов и аминокислот, позволяет более глубоко исследовать изменение белков в ходе созревания сыра, оценить степень зрелости, идентифицировать белковый состав сыров различных видов, проверить их аутентичность (важно в аспекте фальсификации белкового состава) и видовую принадлежность, установить закономерности протекания протеолиза в зависимости от различных (биохимических, микробиологических, технологических) факторов. Это позволяет рассматривать методы протеомики как важный инструмент для контроля качества, аутентификации и направленного формирования органолептических свойств сыров.

Многообразие технологий производства сыров предполагает различную продолжительность процесса созревания: от трех суток до трех и более лет. Сыры с высокой степенью зрелости требуют к себе особого внимания и ухода с целью получения продукта с уникальными для

каждого вида сыра органолептическими показателями. Длительность и трудоемкость процесса изготовления созревающих сыров обуславливает их более высокую стоимость. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы идентификации различных видов сыров, отличающихся степенью зрелости. Например, такая проблема может возникнуть при присвоении сырам наименования места происхождения товара, а также при таможенном декларировании и таможенном контроле экспортируемых или импортируемых сыров [7].

Основу отечественного ассортимента сыров составляют полутвердые сыры, которым россияне традиционно отдают предпочтение. Наряду с ними в последние годы растет интерес к твердым и мягким сырам, что стало стимулом для увеличения объема их производства [8, 9]. Твердые и мягкие сыры существенно отличаются друг от друга технологией изготовления, в том числе условиями созревания, которые предполагают достижение различных уровней протеолиза и состава его продуктов. Это можно использовать как один из отличительных видовых признаков, что было подтверждено исследованиями турецких [10] и российских [11] ученых. Но таких исследований явно недостаточно.

В задачи исследований входило на примере твердых и мягких сыров установить различия в протекании протеолиза на основе сравнительного анализа пептидных профилей с целью выявления наличия пептидных маркеров для видовой идентификации сыров.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были сыры, относящиеся к двум видовым группам – твердые и мягкие. Группу твердых сыров представляли Пармезан и Кальвет, группу мягких – Славянский и Брынза.

Изменения в количественном и качественном составе продуктов протеолиза оценивали по пептидным профилям, которые получали методом эксклюзионной хроматографии (гель-фильтрации высокого разрешения) на приборе АКТА pure 25 (Швеция) с использованием хроматографической колонки Superose 6 Increase 10/300 GL (Cytiva, Швеция) с диапазоном фракционирования 1-5000 кДа. Состав элюента: водный раствор 0,05M Na_2HPO_4 и 0,15M NaCl, скорость подачи элюента - 0,5 см³/мин. Детектирование пептидов осуществлялось УФ-детектором с длиной волны 280 нм.

Метод эксклюзионной хроматографии позволяет дифференцировать по молекулярной массе водорастворимые продукты протеолиза и оценить их молекулярно-массовое распределение.

Количественную оценку распределения продуктов протеолиза проводили по площадям пиков, соответствующих пептидам с разной молекулярной массой. Для этого все выявленные пептиды были разделены по молекулярным массам на три фракции: высокомолекулярную

(более 10 кДа), средномолекулярную (от 2 до 10 кДа) и низкомолекулярную (менее 2 кДа).

Площади пиков выражали в условных единицах $\text{min} \cdot \text{mAu}$, представляющих собой произведение единиц времени (min , ось X) на единицы оптического поглощения (mAu , ось Y). Молекулярно-массовое распределение (в %) рассчитывалось компьютерной программой, исходя из количества каждой фракции.

Математическую обработку результатов проводили, используя методы описательной статистики и однофакторного дисперсионного анализа по программе Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Твердые сыры. Особенности процесса созревания твердых сыров во многом обусловлены его длительностью. Для них характерна низкая влажность и высокая массовая доля белка, в связи с чем протеолитические процессы при созревании протекают медленней, чем в сырах с высоким содержанием влаги – мягких и полутвердых. Типичным представителем твердых сыров является Пармезан.

На рисунке 1 показано изменение количества продуктов протеолиза с различной молекулярной массой в твердом сыре Пармезан за 12 месяцев созревания (средние значения по 3 повторностям).

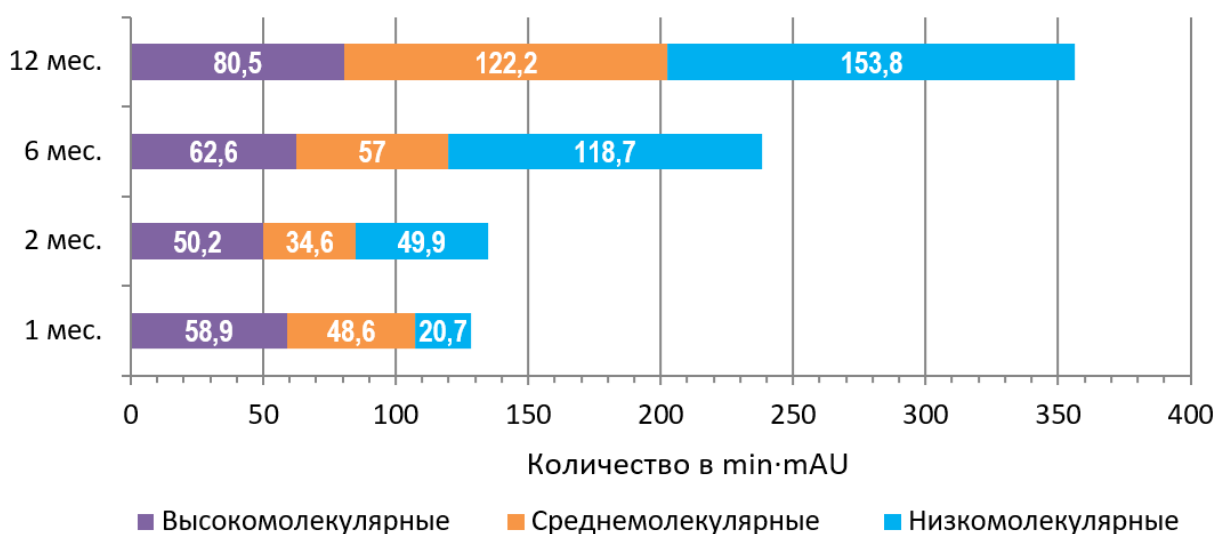


Рисунок 1 – Изменение количества продуктов протеолиза с различной молекулярной массой при созревании сыра Пармезан

Из представленных данных следует, что к концу наблюдаемого срока созревания в сыре Пармезан существенно увеличилось количество низкомолекулярной фракции, в которую входят пептиды и свободные аминокислоты с молекулярной массой менее 2 кДа. По сравнению с началом созревания к 12-месячному возрасту оно возросло более чем в 7 раз и составило в общем количестве продуктов протеолиза около

80 % (рисунок 2).

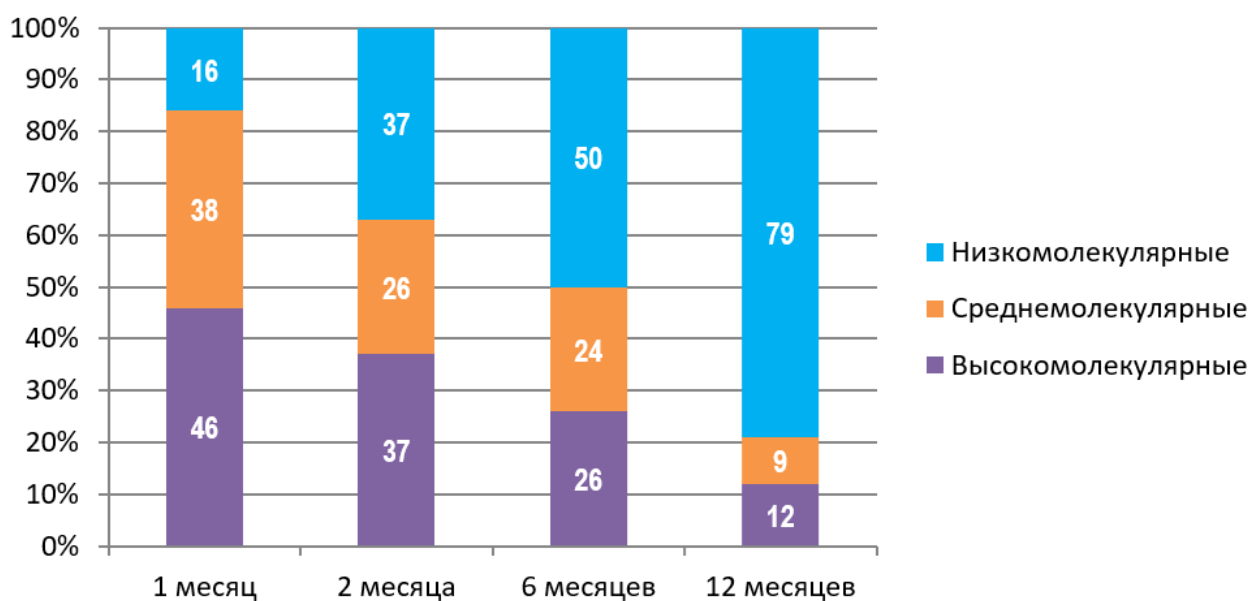


Рисунок 2 – Молекулярно-массовое распределение пептидных фракций в сыре Пармезан в разные сроки созревания

Образование большого количества продуктов протеолиза с молекулярной массой менее 2 кДа объясняет присущий Пармезану насыщенный вкус, для которого характерны пикантность в сочетании со сладковатыми фруктовыми и ореховыми оттенками.

Среднемолекулярная фракция, к которой относятся пептиды с молекулярными массами от 2 до 10-15 кДа, в сыре Пармезан была представлена пептидами в диапазоне молекулярных масс от 1 до 3,5 кДа. Примечательно, что в ней отсутствовали пептиды с молекулярными массами от 3,5 до 15 кДа. Это, а также наблюдаемый прирост низкомолекулярной фракции говорит об активном вторичном протеолизе, катализируемом, в основном, ферментами заквасочных микроорганизмов.

Присутствие высокомолекулярной фракции, состоящей из крупных фрагментов казеина и полипептидов, свидетельствует о продолжающемся первичном протеолизе, который происходит, в основном, под действием остаточного сычужного фермента. В абсолютных единицах (м·мAU) эта фракция по мере созревания сыра количественно увеличивалась (рисунок 1), Но в общем объеме продуктов протеолиза к концу созревания доля высокомолекулярной фракции уменьшалась (рисунок 2).

В отличие от Пармезана твердый сыр Кальвет считается зрелым при достижении 3-месячного возраста, после чего он может храниться, продолжая созревать, до 12 месяцев. Технология этого сыра не предусматривает продолжительности созревания более 1 года, поэтому его консистенция не приобретает зернистости, как у выдержанного Парме-

зана, а характеризуется как эластичная, с допускаемой легкой крош-ливостью, хорошо разрезаемая на ломтики.

На рисунке 3 показано изменение в процессе созревания сыра Кальвет количества высокомолекулярных (синяя линия), среднемолеку-лярных (красная линия) и низкомолекулярных (зеленая линия) про-дуктов протеолиза пептидного пула водорастворимой фракции.

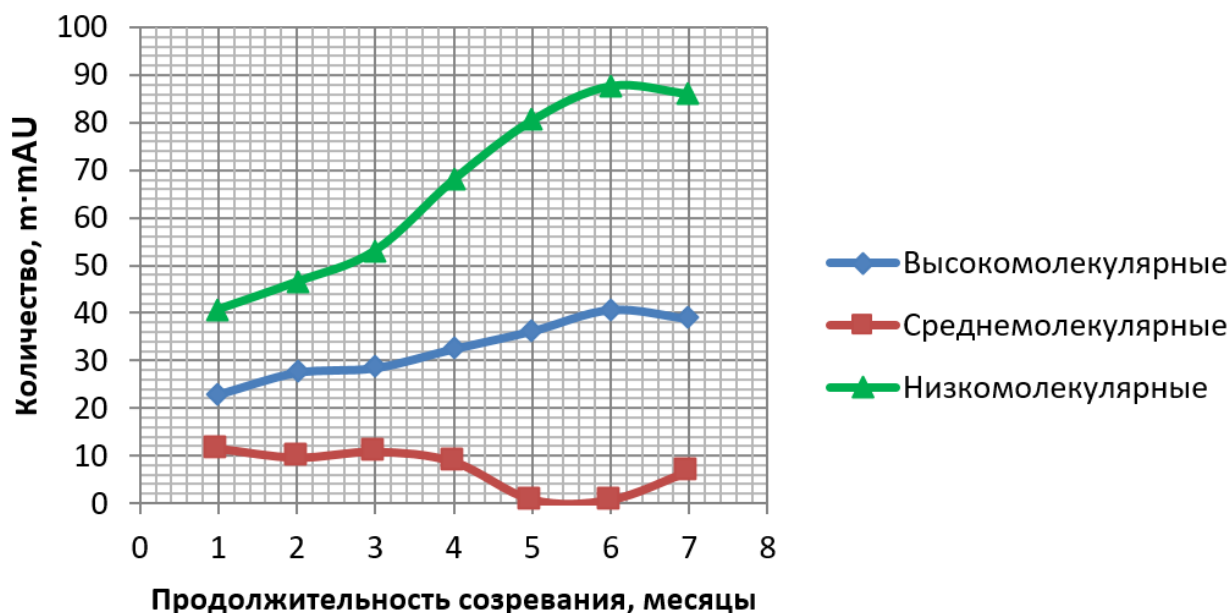


Рисунок 3 – Изменение количества продуктов протеолиза с различной молекулярной массой при созревании сыра Кальвет

Высокомолекулярные пептиды на протяжении всего срока созре-вания сыра Кальвет по молекулярным массам входили в диапазон от 16 до 60 кДа. По мере созревания сыра в течение 6 месяцев их количество увеличилось почти в 2 раза. Это говорит о достаточно высокой актив-ности первичного протеолиза, т.к. количество высокомолекулярных пептидов росло, несмотря на параллельно протекающий вторичный протеолиз, в результате которого они распадались на более мелкие среднемолекулярные пептиды.

Среднемолекулярные пептиды являются «промежуточной» фрак-цией между высокомолекулярными и низкомолекулярными. Их количе-ство как растет за счет распада высокомолекулярных пептидов, так и уменьшается за счет преобразования в низкомолекулярные вследствие вторичного протеолиза. В какое-то время может установиться динами-ческое равновесие, когда количество вновь образующихся среднемо-лекулярных пептидов будет равно количеству распадающихся. Судя по данным, представленным на рисунке 3, такое равновесие существова-ло на протяжении первых трех месяцев созревания. Неизменяющееся количество среднемолекулярных пептидов в этот период говорит об одинаковой скорости распада высокомолекулярных пептидов до сред-

немолекулярных и среднемoleкулярных – до низкомолекулярных. За это время количество низкомолекулярных продуктов протеолиза увеличилось в 1,3 раза.

После трех месяцев созревания количество среднемoleкулярных пептидов стало уменьшаться, на 5-6 месяцы они не были выявлены, в то время как низкомолекулярные продукты протеолиза показали увеличение в 1,7 раза. Следовательно, на 5-6 месяцы созревания сыра Кальвет преобладающим процессом стало преобразование среднемoleкулярных пептидов в низкомолекулярные.

В последний (седьмой) наблюдаемый месяц созревания произошло небольшое снижение количества высокомолекулярных пептидов, увеличение среднемoleкулярных и такое же снижение низкомолекулярных. Очевидно, что в этот период стал преобладать первичный протеолиз.

Полученные результаты иллюстрируют динамичность процесса протеолиза в твердых сырах при созревании, когда происходит постоянная смена состояния протеома, влияющая на текстуру, вкус и аромат продукта вследствие образования продуктов протеолиза с различной молекулярной массой.

Мягкие сыры. Ассортимент отечественных мягких сыров включает как сыры без созревания, так и созревающие сыры.

Славянский – мягкий сыр без созревания со сроком годности 10 суток. Его особенностью является присутствие в составе заквасочной микрофлоры бифидобактерий, что обуславливает принадлежность Славянского сыра к функциональным продуктам питания.

Отсутствие созревания в технологии сыра Славянский не предполагает активного развития протеолитических процессов. Но при хранении в пределах срока годности они происходят. Это иллюстрируется изменением количества продуктов протеолиза в течение 6 суток (рисунок 4).

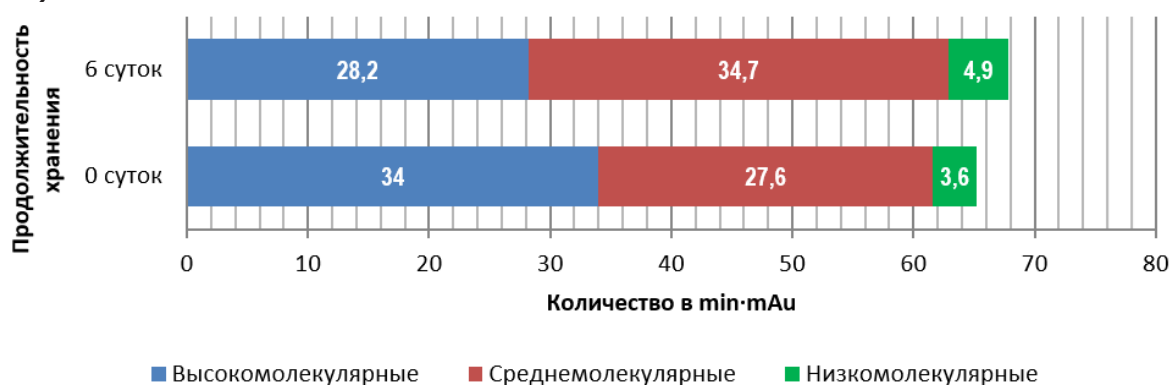


Рисунок 4 – Изменение количественного распределения пептидных фракций при хранении сыра Славянский

Из данных, представленных на рисунке 4, следует, что даже в непродолжительный период времени в сыре Славянский происходит

перераспределение пептидов по молекулярной массе от исходных высокомолекулярных пептидов к более мелким продуктам их протеолиза.

За 6 суток произошло уменьшение количества высокомолекулярной фракции при соответствующем увеличении среднемолекулярной. Низкомолекулярная фракция также количественно увеличилась, но незначительно.

Общее количество водорастворимых продуктов протеолиза за 6 суток хранения увеличилось на 4-5 %.

Во всех исследованных сырах присутствовали в небольшом количестве (2-3 %) крупные фрагменты белков с молекулярными массами более 90 кДа, которых не было в твердых сырах. Кроме них высокомолекулярная фракция содержала полипептиды с молекулярными массами от 10 до 50 кДа.

Среднемолекулярная фракция содержала пептиды с молекулярными массами от 3 до 10 кДа и в 6-суточном сыре по количеству была максимальна (рисунок 5).

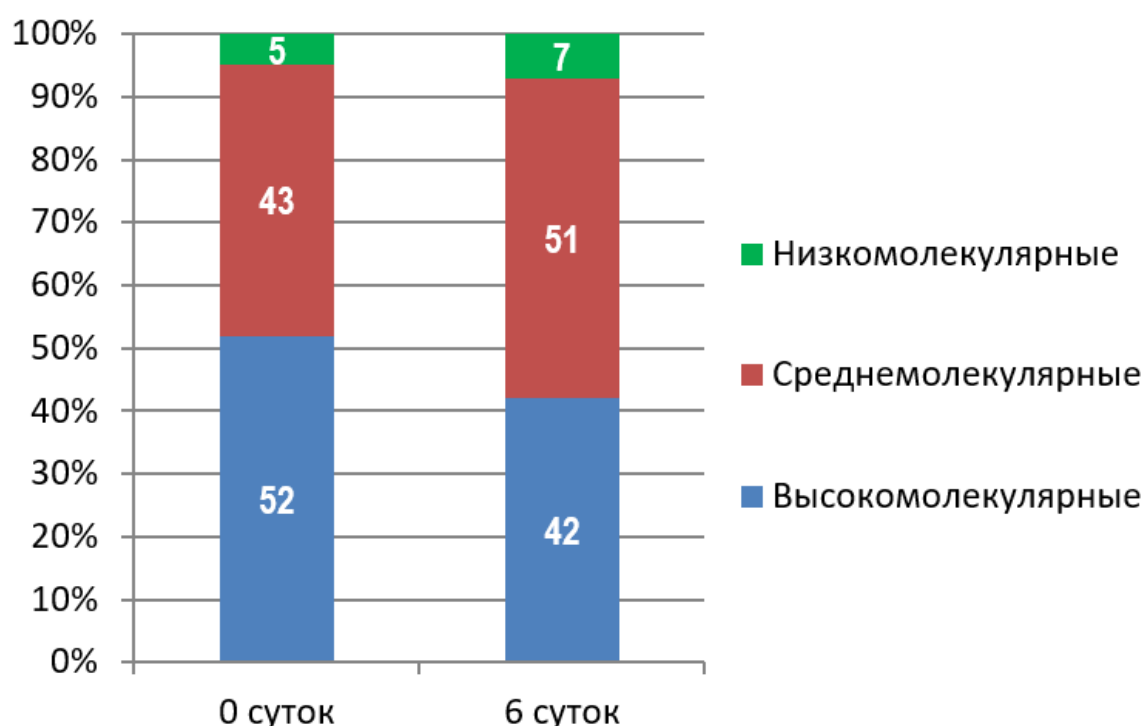


Рисунок 5 – Молекулярно-массовое распределение продуктов протеолиза в свежем сыре Славянский (0 суток) и после 6 суток хранения

Внутри группы среднемолекулярных пептидов в 2 раза увеличилось количество пептидов с молекулярными массами от 2 до 3,5 кДа при соответствующем уменьшении более крупных (от 3,5 до 10 кДа).

Содержание низкомолекулярных пептидов и аминокислот с молекулярными массами менее 2 кДа было минимальным и составляло в свежем сыре 5% от общего количества пептидных фракций. Через 6

суток хранения их количество увеличилось на 2 %.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в сыре Славянский активно протекают протеолитические процессы, преобладающим из которых является первичный протеолиз.

Было отмечено, что после достижения срока годности (10 суток) консистенция сыра теряла упругость и становилась пластичной и мажущейся. Это подтверждает существенные изменения, происходящие с белковой матрицей, связанные с протеолизом.

Одной из причин активного протеолиза в Славянском сыре, очевидно, является высокое содержание влаги (57-58 %), что создает благоприятные условия для гидролитических процессов. Помимо того, что вода является их обязательным участником, ее высокое содержание в продукте облегчает доступ протеолитических ферментов к белкам.

Брынза относится к мягким сырам, созревающим в рассоле. Продолжительность созревания Брынзы в рассоле составляет 5 суток, после чего ее обсушивают, упаковывают и реализуют. В вакуумной упаковке Брынза может храниться до 30 суток. Другой вариант – хранение Брынзы в рассоле. В этом случае срок ее годности составляет 50 суток. В настоящей работе рассмотрен первый вариант процесса, когда Брынза поступает в реализацию после созревания в рассоле в течение 5 суток и хранится упакованной под вакуумом.

Изменение количественного распределения продуктов протеолиза с различной молекулярной массой при созревании и хранении Брынзы представлено на рисунке 6 в абсолютных значениях площадей пиков (min·mAu), на рисунке 7 – в виде процентного соотношения количества фракций (относительные значения).

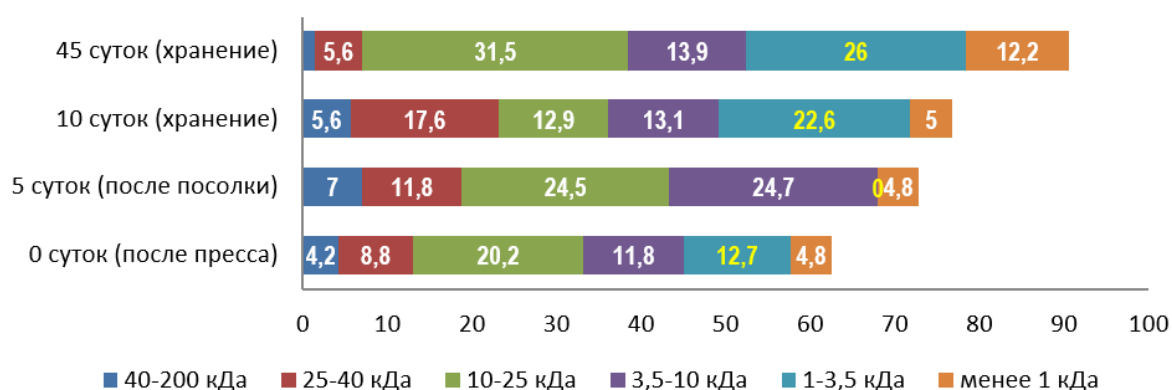


Рисунок 6 – Количественное распределения продуктов протеолиза при созревании и хранении сыра Брынза (в min·mAu)

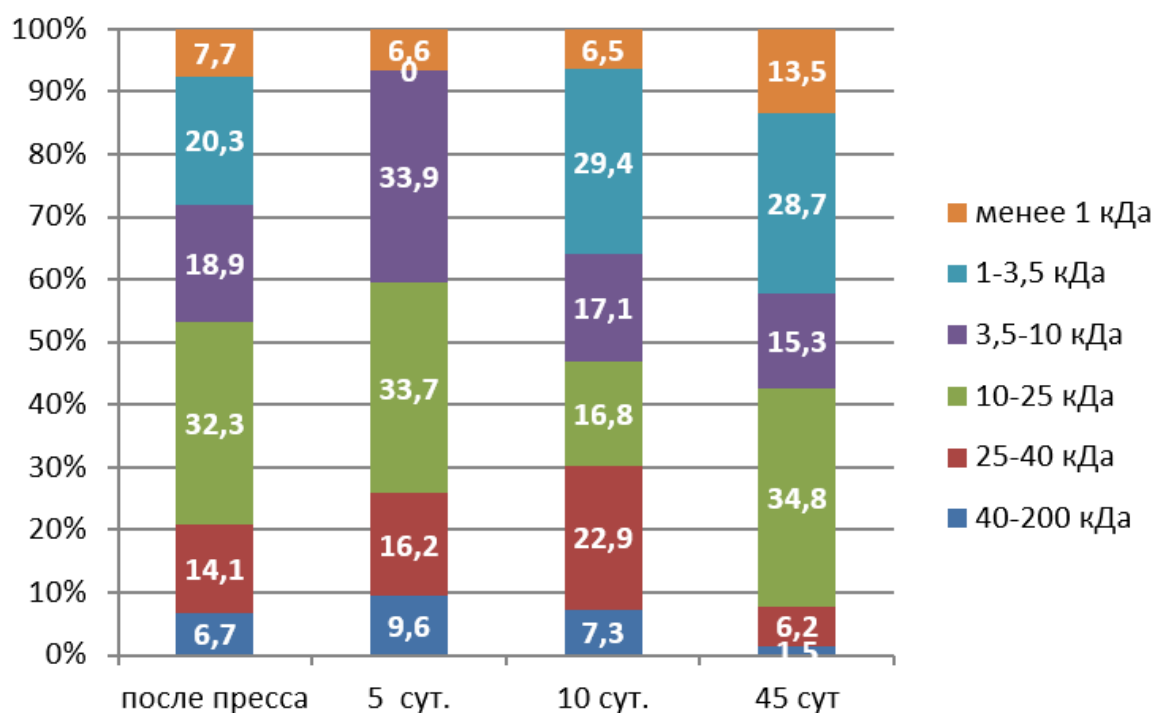


Рисунок 7 – Молекулярно-массовое распределение продуктов протеолиза при созревании и хранении сыра Брынза

Анализ полученных данных показал, что с момента изготовления сыра до окончания срока хранения через 45 суток общее количество образующихся при протеолизе пептидных фракций увеличилось на 45 %. Во время посолки (0-5 суток) прирост произошел на 15 % за счет увеличения количества высокомолекулярных фракций, что является признаком первичного протеолиза. Но внутри фракции среднемолекулярных пептидов произошли изменения, выражающиеся в исчезновении фракции с меньшими молекулярными массами (1-3,5 кДа) при соответствующем увеличении количества более крупных пептидов с молекулярными массами 3,5-10 кДа. Конкретно речь идет о пептидах с молекулярными массами около 2,9 кДа и 3,9 кДа, которые присутствовали в сыре после пресса и составляли около 20 % от общего количества пептидов. После посолки обнаруживались только пептиды с молекулярной массой около 3,9 кДа, но в количестве, близком к сумме определенных ранее отдельных пептидов – 34-35 %.

Наблюдаемое изменение может быть связано с укрупнением отдельных пептидов из-за влияния соли на их гидратированность, вследствие чего они денатурируют, образуя агрегаты, что приводит к увеличению молекулярных масс. При последующем хранении (в 10 и 45 суток) пептиды с молекулярной массой 3,9 кДа уже не выявлялись, а присутствовали только пептиды с молекулярными массами 2,8-2,9 кДа, которые составляли около 28 % от общего количества.

Количество низкомолекулярной фракции за 10 суток практически не изменилось. Только к 45 суткам, когда был превышен срок годно-

сти, эта фракция увеличилась в 2,5 раза. Увеличение фракции низкомолекулярных пептидов было сопряжено с ухудшением консистенции Брынзы. Она потеряла упругость и приобрела нехарактерную для нее пластичность.

При сравнении свежих, только что изготовленных сыров Славянского и Брынзы было отмечено практически одинаковое распределение пептидных фракций по молекулярным массам, которое можно считать фоновым. Так, в обоих сырах белки с молекулярными массами 40-200 кДа составляли 6-8 % от общего количества выявленных на хроматограмме; высокомолекулярные пептиды (25-40 кДа) – порядка 12-14 %; пептиды с молекулярными массами 10-25 кДа – около 30%. Наибольшую часть всех пептидных фракций (35-40 %) составляли среднемолекулярные пептиды с молекулярными массами от 1 до 10 кДа с приблизительно равным распределением по группам с молекулярными массами 3,5-10 кДа и 1-3,5 кДа. Низкомолекулярные пептиды и свободные аминокислоты с молекулярными массами менее 1 кДа количественно составляли 5-7 % от всех фракций. По мере созревания и хранения сыров наблюдалось перераспределение пептидных фракций по молекулярным массам вследствие протеолиза, имеющее особенности, которые были обусловлены различиями технологий изготовления.

Выводы

Методом эксклюзионной хроматографии проведены исследования изменений пептидного пула твердых и мягких сыров при созревании и хранении. Выявлены межвидовые и внутривидовые различия, обусловленные особенностями технологии изготовления, и установлена принципиальная возможность идентификации зрелых сыров по пептидным профилям.

Сравнительный анализ протеолиза в твердых сырах Пармезан и Кальвет выявил две различные стратегии ферментативной деградации белков. Пармезан характеризовался устойчивым доминированием вторичного протеолиза, ведущим к накоплению низкомолекулярных пептидов и аминокислот (80 % от пула), что коррелирует с пикантным вкусом и зернистой текстурой. Кальвет демонстрировал неравномерность стадий протекания протеолиза. В первые три месяца созревания отмечено равновесие первичного и вторичного протеолиза, на 5-6 месяц вторичный протеолиз временно исчерпывал субстрат (среднемолекулярные пептиды заканчивались), и процесс тормозился. К седьмому месяцу после накопления нового пула высокомолекулярных пептидов первичный протеолиз снова активизировался.

Маркерами зрелости Пармезана можно считать отсутствие пептидов с молекулярными массами от 3,5 до 15 кДа и долю низкомолекулярной фракции в общем количестве продуктов протеолиза более 80 %. Для Кальвета – начало снижения среднемолекулярной фракции по-

сле трех месяцев созревания, что можно рассматривать как сигнал к дегустационной оценке готовности.

В мягких сырах без созревания с высоким содержанием влаги (Славянский) отмечено активное протекание протеолиза во время хранения, характеризующееся увеличением в 2 раза количества пептидов с молекулярными массами от 1 до 3,5 кДа при соответствующем уменьшении более крупных (от 3,5 до 10 кДа). Для них характерен умеренный первичный протеолиз без накопления низкомолекулярных продуктов распада в пределах срока годности.

В мягких сырах, созревающих в рассоле (Брынза), выявлены особые изменения в составе средномолекулярных пептидов, выражающиеся в исчезновении сразу после посолки фракции с меньшими молекулярными массами (1-3,5 кДа) при соответствующем увеличении количества более крупных пептидов (3,5-10 кДа), что может быть связано с укрупнением отдельных пептидов из-за влияния соли на их гидратированность. Для них характерен отсроченный вторичный протеолиз, запускающийся после разрушения солевых агрегатов.

Маркером мягких сыров без созревания является наличие в пептидном профиле высокомолекулярных полипептидов с молекулярными массами 90 кДа и более.

Практическая значимость работы: контроль молекулярно-массового распределения пептидов может использоваться как объективный критерий для: оценки степени зрелости сыров; прогнозирования остаточного срока годности; выявления ранних признаков порчи консистенции.

Литература:

1. O'Donnell, R. Milk proteomics / R. O'Donnell, J.W. Holland, H.C. Deeth, P. Alewood // International Dairy Journal. – 2004. – Vol. 14.- № 12. – P. 1013-1023. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.04.004>
2. Casado, B. 2OMICS-rooted studies of milk proteins, oligosaccharides and lipids / B. Casado, M. Affolter, M. Kussmann // Journal of Proteomics. – 2009. - Vol. 73.- № 2. – P. 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2009.09.018>
3. Le, T.T. Proteomics of major bovine milk proteins: Novel insights / T.T. Le, H.C. Deeth, L.B. Larsen // International Dairy Journal. – 2017. - Vol. 67. – P. 2-15. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.016>
4. Agregán, R. Proteomic Advances in Milk and Dairy Products / R. Agregán, N. Echegaray, M. López-Pedrouso, R. Kharabsheh, D. Franco, J.M. Lorenzo // Molecules. – 2021. - № 26(13). – P. 3832. <https://doi.org/10.3390/molecules26133832>
5. Martini, S. Cultivable microbial diversity, peptide profiles, and bio-functional properties in Parmigiano Reggiano cheese / S. Martini, L.

Sola, A. Cattivelli, M. Cristofolini, V. Pizzamiglio, D. Tagliazucchi, L. Solieri // *Frontiers in Microbiology*. – 2024. – Vol. 15. – P. 1-21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1342180>

6. Лепилкина, О.В. Протеомные методы разделения и идентификации молочных белков / О.В. Лепилкина, А.И. Григорьева // *Пищевые системы*. – 2024. – № 7(4) – С. 560-567. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-560-567>

7. Криштафович, Д.В. Проблемные аспекты классификации сыров при перемещении через таможенную границу Евразийского экономического союза / Д.В. Криштафович, А.Н. Караулова // *Вестник российской таможенной академии*. – 2018. – № 1. – С. 81-87.

8. Сурай, Н.М. Рынок сыра и сырных продуктов на примере регионов-лидеров Центрального федерального округа России / Н.М. Сурай, А.П. Михалев, А.Н. Столярова, Г.Н. Чернухина // *Сыроделие и маслоделие*. – 2024. – № 2. – С. 14-23. <https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-4>

9. Чеботарев, С.Н. Региональный анализ рынка сыра и сырных продуктов на примере города Москвы и Московской области / С.Н. Чеботарев, Ж.Н. Диброва, Н.М. Сурай // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. – № 51(2). – С. 413-422. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-413-422>

10. Hayaloglu, A.A. Primary and Secondary Proteolysis in Eleven Turkish Cheese Varieties / A.A. Hayaloglu, I. Karabulut // *International Journal of Food Properties*. – 2013. – Vol. 16. № 8. P. 1663–1675. <https://doi:10.1080/10942912.2011.604890>

11. Мяконосов, Д.С. Особенности протеолиза у сыров различных видовых групп / Д.С. Мяконосов, В.А. Мордвинова, Д.В. Абрамов, И.Н. Делицкая // *Сыроделие и маслоделие*. – 2014. – № 2. – С. 24-27. <https://elibrary.ru/rzsupt>

References:

1. O'Donnell, R., Holland J.W., Deeth H.C., Alewood P. Milk proteomics. *International Dairy Journal*, 2004, no.14 (12), pp. 1013-1023. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.04.004> (In English) – Text electronic.

2. Casado B., Affolter M., Kussmann M. OMICS-rooted studies of milk proteins, oligosaccharides and lipids. *Journal of Proteomics*, 2009, no. 73(2), pp. 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2009.09.018> (In English) – Text electronic.

3. Le T.T., Deeth H.C., Larsen L.B. (2017). Proteomics of major bovine milk proteins: Novel insights. *International Dairy Journal*, 2017, no. 67, pp. 2-15. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.016> (In English) – Text electronic.

4. Agregán R., Echegaray N., López-Pedrouso M., Kharabsheh R.,

Franco D., Lorenzo J.M. Proteomic Advances in Milk and Dairy Products. *Molecules*, 2021, no. 26(13), pp. 3832. <https://doi.org/10.3390/molecules26133832> (In English) – Text electronic

5. Martini S., Sola L., Cattivelli A., Cristofolini M., Pizzamiglio V., Tagliazucchi D. Solieri L. Cultivable microbial diversity, peptide profiles, and bio-functional properties in Parmigiano Reggiano cheese. *Frontiers in Microbiology*, 2024, no. 15, pp. 1-21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1342180> (In English) – Text electronic

6. Lepilkina O.V., A.I. Grigor'eva A.I. Proteomic methods for separation and identification of milk proteins. *Pishchevye sistemy* [Food Systems], 2024, no. 7(4), pp. 560-567. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-560-567> (In Russian) – Text electronic

7. Krishtafovich D.V., Karaulova A.N. Problematic aspects of cheese classification when moving across the customs border of the Eurasian Economic Union. *Vestnik rossiyskoy tamozhennoy akademii* [Bulletin of the Russian Customs Academy], 2018, no. 1, pp. 81-87. (In Russian) – Text direct.

8. Suray N.M., Mikhalev A.P., Stolyarova A.N., Chernukhina G.N. Cheese and cheese product market: examples from leading regions of the Central Federal District of Russia. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese and Butter Making], 2024, no. 2, pp. 14-23. <https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-4> (In Russian) – Text electronic.

9. Chebotarev S.N., Dibrova Zh.N., Suray N.M. (2021). A regional analysis of the cheese and cheese product market exemplified by Moscow and the Moscow region. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Equipment and Technology for Food Production], 2021, no. 51(2), pp. 413-422. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-413-422>. (In Russian) – Text electronic.

10. Hayaloglu A.A., Karabulut I. Primary and Secondary Proteolysis in Eleven Turkish Cheese Varieties. *International Journal of Food Properties*, 2013, no. 16(8), pp. 1663–1675. <https://doi:10.1080/10942912.2011.604890>. (In English) – Text electronic.

11. Myagkonosov D.S., Mordvinova V.A., Abramov D.V., Delitskaya I.N. Features of proteolysis in cheeses of different species groups. *Syrodelie i maslodelie* [Cheese and Butter Making], 2014, no. 2, pp. 24-27. <https://elibrary.ru/rzsupt>. (In Russian) – Text electronic.

Proteomic aspects of hard and soft cheese ripening

Lepilkina Ol'ga Valentinovna, Doctor of Science (Engineering), Leading Analyst, Department of Physicochemical and Biochemical Research

e-mail: ov.lepilkina@fncps.ru

All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making - Branch of the V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences

Grigor'eva Anastasiya Igorevna, Junior Researcher, Department of Physicochemical and Biochemical Research

e-mail: a.grigoriyeva@fncps.ru

All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making - Branch of the V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences

Keywords: hard cheeses, soft cheeses, ripening, proteolysis, peptide fractions, molecular weight, molecular weight distribution

Abstract. The article presents the results of a comparative study of proteolytic processes in hard (Parmesan, Calvet) and soft (Slavyanskiy, Brynza) cheeses. The size-exclusion chromatography method has made it possible to determine the molecular weight distribution of peptide fractions of water-soluble cheese extracts providing an objective assessment of the depth and direction of proteolysis. The authors have revealed fundamental differences in proteolysis dynamics between the cheese groups under study. In hard cheeses, the process is prolonged and nonlinear. In Parmesan, by the 12th month of ripening, the proportion of low-molecular peptides and amino acids (<2 kDa) have reached 80% of the total pool with a complete absence of peptides in the molecular weight range of 3.5–15 kDa, indicating the dominance of secondary proteolysis catalyzed by enzymes of the starter microflora. In Calvet cheese, there has been a dynamic equilibrium of primary and secondary proteolysis during the first 3 months of ripening, followed by a predominance of the breakdown of medium-molecular peptides. In Slavyanskiy soft cheese, (its manufacturing technology does not involve ripening) there has been an active proteolysis during short-term storage. Over a 6-day period, a redistribution of fractions has been observed, with primary proteolysis predominating. In Brynza cheese, a two-phase process has been observed: during the 5-day salting period, primary proteolysis has been accompanied by temporary peptide aggregation under the effect of sodium chloride; after storage for over 10 days, secondary proteolysis has activated, with a two-fold increase in the low-molecular fraction (<2 kDa). It has been established that the background distribution of peptide fractions in both types of fresh cheeses is identical, allowing it to be considered as the initial level from which technologically conditioned changes begin. The study results have practical significance for predicting shelf life, optimizing technological ripening modes, and developing objective criteria for assessing the quality of cheeses of various species groups.

Инновационные технологии и тенденции развития молочной промышленности: обзор автоматизации, биотехнологий и мембранных методов переработки сырья

Усков Владимир Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент
кафедры экономики и управления в АПК

e-mail: v-uskov@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Борисов Захар Игоревич, бакалавр

e-mail: zakhar.2026@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: молочная продукция, инновации, автоматизация процессов производства, безопасность продуктов, биотехнологии, обратный осмос, нанотехнологии.

Аннотация. Статья посвящена обзорному анализу современных технологий и инновационных решений в области переработки молока и производства молочной продукции. Исследование направлено на выявление ключевых тенденций, определяющих экономическую эффективность, качество и экологическую безопасность готовых пищевых товаров в условиях глобальных технологических вызовов. В работе подробно рассмотрены процессы автоматизации производственных линий, внедрение современных баромембранных методов фильтрации (обратного осмоса) для глубокой переработки вторичного сырья, использование ферментных препаратов и систем искусственного интеллекта. На основе статистических данных и актуального научно-литературного обзора предложены перспективные направления модернизации технологических процессов предприятий молочной отрасли.

Введение

Молочная промышленность занимает стратегически важное место в обеспечении продовольственной безопасности и удовлетворении растущего спроса населения на полноценные продукты питания.

Технологии в этой сфере непрерывно эволюционируют посредством внедрения инновационных подходов, направленных на повышение эффективности переработки, улучшение качества сырья и диверсификацию ассортимента. Объектом настоящего исследования выступают современные технологии переработки молока и производства молочной продукции, а предметом – ключевые тенденции их развития и опыт практического внедрения в отрасль.

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью ускоренной адаптации отечественных предприятий к современным вызовам: усилению требований к экологической безопасности, дефициту качественного сырья, необходимости снижения издержек и повышению стандартов качества готовой продукции. Немаловажную роль играют и экологические аспекты. Потери в сельскохозяйственном секторе и нерациональная утилизация отходов перерабатывающей промышленности существенно влияют на окружающую среду, генерируя до 8% мировых выбросов парниковых газов. Пищевые потери и сопутствующие отходы производства, составляющие в совокупности десятки миллионов тонн ежегодно, создают избыточную нагрузку на экосистемы, вызывая загрязнение почв и грунтовых вод. В этих условиях возникает острая необходимость в систематическом анализе технологических достижений, способствующих минимизации отходов и переходу предприятий к замкнутому циклу производства.

Научная новизна исследования заключается в комплексном обобщении последних достижений в области автоматизации, промышленной биотехнологии и нанотехнологии применительно к молочно-консервному и цельномолочному производству. Особое внимание уделено баромембранным технологиям фильтрации и методам контроля качества, позволяющим оптимизировать операционные цепочки предприятий регионального агропромышленного комплекса.

Методы исследования

Методологическую основу работы составил системный подход. В качестве методов исследования были применены: контент-анализ современных отечественных и зарубежных научных публикаций, сравнительно-аналитический метод, изучение нормативно-правовой базы, а также анализ статистических данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и ведомственных аналитических материалов Министерства сельского хозяйства РФ. Данный комплекс методов обеспечил объективность и достоверность выводов о текущем состоянии и долгосрочных перспективах развития пищевых технологий переработки молока.

Обзор технологических тенденций и автоматизации молочной промышленности. Современная молочная индустрия представляет собой высокотехнологичный сектор, демонстрирующий в последние

годы устойчивый количественный и качественный рост [2, 3]. Согласно официальным данным профильных ведомств, озвученным на съезде Национального союза производителей молока «Союзмолоко», объем производства сырого молока в Российской Федерации в 2025 году достиг тридцатилетнего максимума и составил 34,3 млн тонн [18]. По уточненным сведениям Росстата, финальный показатель производства сырого молока за 2025 год зафиксирован на отметке 34,21 млн тонн, что наглядно иллюстрирует долгосрочный восходящий тренд (табл. 1) [17].

Таблица 1 – Динамика производства сырого молока в России с 2010 по 2025 гг.

Показатель	2010	2013	2016	2019	2022	2025
Объем производства, млн т	31,51	29,87	29,79	31,36	32,98	34,21

Обеспечение стабильного качества столь масштабных объемов сырья требует внедрения передовых методов первичной и глубокой переработки [1]. Наряду с традиционной пастеризацией и ультрапастеризацией, на этапах санитарной обработки сырья все активнее внедряются бестермические методы воздействия [4]. Использование ультрафиолетового излучения коротковолнового диапазона и направленных электромагнитных волн позволяет эффективно инактивировать патогенную микрофлору, сохраняя при этом нативные сывороточные белки, ферменты и чувствительные к нагреву витамины.

Автоматизация технологических процессов затронула все стадии – от приемки молока до фасовки готовой продукции [6]. Высокоточные автоматизированные линии дозирования минимизируют влияние человеческого фактора, обеспечивая стабильность органолептических показателей йогуртов, сыров, сливочного масла и специализированных функциональных продуктов [11]. Датчики контроля параметров в режиме реального времени (SCADA-системы) позволяют мгновенно фиксировать любые отклонения от заданных технологических режимов, исключая появление производственного брака.

Важнейшим драйвером развития выступает промышленная биотехнология [5]. Высокоэффективные ферментные препараты и бактериальные заквасочные культуры прямой технологии внесения дают возможность интенсифицировать процессы ферментации и улучшать реологические свойства сгустка. Внедрение современных штаммов микроорганизмов способствует расширению ассортимента функциональной продукции с диетическими свойствами [16].

Параллельно в практику внедряются роботизированные комплексы и системы искусственного интеллекта. Системы машинного зрения успешно применяются на упаковочных линиях для дефектоскопии

тары и контроля герметичности укупорки. Цифровые системы прослеживаемости («от поля до прилавка») и их интеграция с государственными информационными платформами гарантируют абсолютную прозрачность происхождения сырья для конечного потребителя.

В исследованиях современных авторов рассматриваются инновационные подходы к созданию функциональной молочной продукции общего и специального назначения [9, 13]. Специалисты отмечают, что несбалансированность рациона питания и нехватка эссенциальных нутриентов у ряда категорий населения формируют устойчивый спрос на продукты с повышенной биологической ценностью [10]. Разработка и массовое внедрение обогащенных молочных продуктов (в том числе для детского и геродиетического питания) позволяет эффективно нивелировать дефицит полноценного белка, витаминов и макроэлементов [13].

Решение экологических задач и баромембранные технологии. Одной из наиболее острых проблем крупных перерабатывающих заводов (особенно при производстве сухой сыворотки и лактозы) является утилизация жидких побочных продуктов переработки (пермеата и сыворотки) [14]. Традиционно эти фракции, составляющие до 80% от первоначального объема перерабатываемого молока, сливались в промышленные стоки [7]. Однако данные жидкости содержат ценные растворенные компоненты: органические кислоты, минеральные соли и калий. Калий представляет особую ценность для коррекции структуры питания современного человека, испытывающего избыток натрия из-за повсеместного потребления поваренной соли.

Для решения этой задачи российскими инженерами была спроектирована и внедрена промышленная установка, функционирующая по технологии обратного осмоса [8]. Процесс фильтрации осуществляется под высоким рабочим давлением в диапазоне от 8 до 55 атмосфер с использованием полупроницаемых полимерных мембран. Данное оборудование способно перерабатывать десятки кубических метров жидких отходов в час. На выходе генерируется глубоко очищенная вода с массовой долей сухого остатка менее 0,02%. Такая степень очистки позволяет повторно использовать воду в замкнутом технологическом цикле предприятия (для мойки оборудования, систем охлаждения), существенно снижая потребление водных ресурсов из внешних источников и минимизируя экологический след завода [14].

Перспективы применения нанотехнологических решений. Интеграция нанотехнологий в перерабатывающий сектор АПК открывает принципиально новые возможности для направленного конструирования пищевых систем на молекулярном уровне [15].

Традиционные методы переработки часто не позволяют полностью сохранить биологический потенциал сырья, что стимулирует поиск решений в области наноинженерии. К основным прикладным направлениям относятся:

Повышение биодоступности нутриентов. Наноинкапсулирование витаминов и минеральных веществ защищает их от разрушения в кислой среде желудка [12]. Так, наночастицы железа демонстрируют уровень усвояемости на 30–40% выше по сравнению со стандартными макроформами солей, что важно для обогащения молочных продуктов.

Модификация органолептических свойств. Использование наноэмульсий позволяет снизить общую жирность питьевого молока и кисломолочных продуктов без ухудшения их привычной текстуры, вязкости и вкусовых качеств [15].

Пролонгация сроков годности. Использование биоразлагаемых полимерных пленок с нанопокровками (содержащими наночастицы серебра, оксида цинка) позволяет увеличить сроки хранения фасованной молочной продукции на 30–50% за счет контролируемой диффузии антимикробных компонентов [12]. Это прямо коррелирует с необходимостью снижения потерь: согласно отраслевым аналитическим докладам, в РФ совокупные потери продовольствия на разных этапах логистики высоки, составляя десятки миллионов тонн ежегодно [19].

Интеллектуальный контроль безопасности. Наносенсоры, интегрированные в укупорочные материалы, способны в режиме реального времени реагировать на изменение pH среды или выделение газов (маркеров порчи), своевременно сигнализируя о потере свежести продукта.

Прогнозируется, что к 2030 году доля нанотехнологических решений в общей структуре инноваций пищевой индустрии может составить от 15 до 20% [11]. Тем не менее, масштабное внедрение требует строгого токсикологического контроля и разработки специализированных регламентов для оценки безопасности наноматериалов для здоровья человека.

Заключение

В ходе проведенного исследования была полностью достигнута поставленная цель – изучен и обобщен комплекс современных тенденций развития технологий переработки молока. Системный анализ научной литературы и статистических показателей подтвердил, что модернизация отечественных предприятий молочной промышленности базируется на трех ключевых направлениях: сквозной автоматизации процессов, внедрении ресурсосберегающих биотехнологий и баромембранных методах очистки вторичного сырья.

Отказ от экстенсивных подходов в пользу концепций безотходного производства (на примере установок обратного осмоса)

обеспечивает не только экономическую рентабельность предприятий, но и минимизирует антропогенную нагрузку на окружающую среду. Дальнейшее технологическое развитие отрасли и успешное внедрение перспективных разработок (включая наноструктурированные материалы и системы искусственного интеллекта) требуют системных инвестиций в научно-исследовательские работы (НИОКР) и непрерывной подготовки высококвалифицированных инженерных кадров.

Литература:

1. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2006. – 199 с.
2. Бабкина Н. Г. Мировые тенденции и инновации при создании новых видов молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2022. – № 12. – С. 22–23.
3. Альбеков М. А. Тенденции развития молочной промышленности // Молочная промышленность. – 2006. – № 7. – С. 10–11.
4. Корж А. П., Суровцева Е. В. Инновации в разработке новых молочных продуктов // Пищевая промышленность. – 2021. – № 4. – С. 34–37.
5. Гаврилова Н. Б. Биотехнология комбинированных молочных продуктов. – Омск: Вариант-Омск, 2020. – 184 с.
6. Адамчук В., Фененко А. Механизация и автоматизация производства молока. – К.: Аграрна наука, 2013. – 324 с. (На укр. яз.)
7. Теучеж А. А., Смирнова Д. Г. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 60–66.
8. Федюк Е. И., Гапон С. О. Управление отходами перерабатывающих производств // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции. – Пенза: ПГАУ, 2024. – С. 397–400.
9. Сидорова Е. А. Анализ технологий молочной продукции функционального назначения // КиберЛенинка: научная электронная библиотека. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-molochnoy-produktsii-funktsionalnogo-naznacheniya> (дата обращения: 12.05.2026).
10. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство и продовольственная безопасность России. – М.: Росинформагротех, 2009. – 200 с.
11. Крапчина Л. Н., Котова Л. Г. Инновации в производстве молочной продукции – основа конкурентоспособности отечественных предприятий // Продовольственная политика и безопасность. – 2015. – № 2. – С. 59–76.
12. Zhang Y., Chen H. Nanoencapsulation of bioactive compounds

for food applications: A review // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 109. – P. 640–657.

13. Петрова М. И. Как организовать производство продуктов детского питания на молочной основе // КиберЛенинка: научная электронная библиотека. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-organizovat-proizvodstvo-produktov-detskogo-pitaniya-na-molochnoy-osnove> (дата обращения: 15.05.2026).

14. Храмцов А. Г. Феномен молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.

15. Полянский К. К., Глаголева Л. Э. Применение нанотехнологий в молочной промышленности // Молочная промышленность. – 2019. – № 5. – С. 14–16.

16. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания на молочной основе. – М.: Франтера, 2018. – 248 с.

17. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Производство продукции животноводства в Российской Федерации: Статистический бюллетень. – М.: Росстат, 2026. – 45 с.

18. Национальный союз производителей молока «Союзмолоко». Итоги работы молочной отрасли и объемы производства сырого молока в РФ в 2025 году: Аналитический доклад. – М.: Союзмолоко, 2026. – 12 с.

19. ТИАР-Центр; Фонд «Выручаем». Эффективность обращения с пищевыми отходами и структура потерь продовольствия в ритейле и АПК РФ: Отраслевой отчет. – М.: ТИАР, 2024. – 38 с.

References:

1. Shalygina A. M., Kalinina L. V. *Obshchaya tekhnologiya moloka i molochnykh produktov* [General Technology of Milk and Dairy Products]. Moscow, KolosS Publ., 2006. 199 p. (In Russian) – Text direct

2. Babkina N. G. Global trends and innovations in the development of new types of dairy products. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2022, no. 12, pp. 22–23. (In Russian) – Text direct

3. Al`bekov M. A. Development trends of dairy industry. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2006, no. 7, pp. 10–11. (In Russian) – Text direct

4. Korzh A. P., Surovtseva E. V. Innovations in the development of new dairy products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2021, no. 4, pp. 34–37. (In Russian) – Text direct

5. Gavrilova N. B. *Biotehnologiya kombinirovannykh molochnykh produktov* [Biotechnology of Combined Dairy Products]. Omsk, Variant-Omsk Publ., 2020. 184 p. (In Russian) – Text direct

6. Adamchuk V., Fenenko A. *Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya proizvodstva moloka* [Mechanization and Automation of Milk Production].

Kiev, Agrarna nauka Publ., 2013. 324 p. (In Ukrainian) – Text direct

7. Teuchezh A. A., Smirnova D. G. Microbiological, biochemical, and technological foundations for the use of livestock waste. *Ekologicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza* [The North Caucasus Ecological Herald], 2017, vol. 13, no. 2, pp. 60–66. (In Russian) – Text direct

8. Fedjuk E. I., Gapon S. O. Management of waste from processing industries. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: Sbornik statey XXIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecology and Life Safety: Proceedings of the XXIV International Research-to-Practice Conference]. Penza, PGAU Publ., 2024, pp. 397–400. (In Russian) – Text direct

9. Sidorova E. A. *Analiz tekhnologiy molochnoy produktsii funktsional'nogo naznacheniya* [Analysis of Technologies for Functional Dairy Products]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-molochnoy-produktsii-funktsionalnogo-naznacheniya> (Accessed 12 May 2026) (In Russian) – Text electronic

10. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. *Kormoproizvodstvo i prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii* [Fodder Production and Food Security of Russia]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2009. 200 p. (In Russian) – Text direct

11. Krapchina L. N., Kotova L. G. Innovations in dairy production as the basis for the competitiveness of domestic enterprises. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2015, no. 2, pp. 59–76. (In Russian) – Text direct

Zhang Y., Chen H. Nanoencapsulation of bioactive compounds for food applications: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, vol. 109, pp. 640–657. (In English) – Text direct

13. Petrova M. I. *Kak organizovat' proizvodstvo produktov detskogo pitaniya na molochnoy osnove* [Establishing the Manufacture of Milk-Based Baby Food Products]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-organizovat-proizvodstvo-produktov-detskogo-pitaniya-na-molochnoy-osnove> (Accessed 15 May 2026) (In Russian) – Text electronic

14. Khramtsov A. G. *Fenomen molochnoy syvorotki* [Phenomenon of Milk Whey]. Saint Petersburg, Professiya Publ., 2011. 804 p. (In Russian) – Text direct

15. Polyanskiy K. K., Glagoleva L. E. Application of nanotechnology in the dairy industry. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2019, no. 5, pp. 14–16. (In Russian) – Text direct

16. Tikhomirova N. A. *Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya na molochnoy osnove* [Technology for Functional Milk-Based Food Products]. Moscow, Frantera Publ., 2018. 248 p. (In Russian) – Text direct

17. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (Rosstat). Proizvodstvo produktsii zhivotnovodstva v Rossiyskoy Federatsii:*

Statisticheskiy byulleten' [Federal State Statistics Service (Rosstat). Livestock Production in the Russian Federation: a Statistical Bulletin]. Moscow, Rosstat Publ., 2026. 45 p. (In Russian) – Text direct

18. *Natsional'nyy soyuz proizvoditeley moloka «Soyuzmoloko». Ito-gi raboty molochnoy otrasli i ob''emy proizvodstva syrogo moloka v RF v 2025 godu: Analiticheskiy doklad* [National Union of Soyuzmoloko Milk Producers. Dairy Industry Results and Volumes of Raw Milk Production in the Russian Federation in 2025: an Analytical Report]. Moscow, Soyuzmoloko Publ., 2026. 12 p. (In Russian) – Text direct

19. *TIAR-Tsentr; Fond «Vyruchaem». Effektivnost' obrashcheniya s pishchevymi otkhodami i struktura poter' prodovol'stviya v riteyle i APK RF: Otrasevoy otchet* [TIAR-Center; Vyruchaem Aid Fund. Food Waste Management Efficiency and Food Loss Structure in Retail and the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation: an Industry Report]. Moscow, TIAR Publ., 2024. 38 p. (In Russian) – Text direct

Innovative technologies AND development trends IN THE dairy industry: automation, biotechnology, AND membrane methods OF raw material processing

Uskov Vladimir Sergeevich, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Management in the Agro-Industrial Complex

e-mail: v-uskov@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin

Borisov Zakhar Igorevich, a bachelor's degree recipient

e-mail: zakhar.2026@bk.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin

Keywords: dairy products, innovations, automation of production processes, food security, biotechnology, reverse osmosis, nanotechnology.

Abstract. This article provides a general review of modern technologies and innovative solutions in milk processing and dairy production. The study aims to identify key trends that determine the economic efficiency, quality, and environmental safety of finished food products in the face of global technological challenges. The paper examines in detail the automation of production lines, the implementation of modern baromembrane filtration methods (reverse osmosis) for the advanced processing of secondary raw materials, and the use of enzyme preparations and artificial intelligence systems. Promising areas for modernization of technological processes in dairy industry based on statistical data and a current scientific review have been proposed.

Сравнительный анализ непрерывного и периодического режимов работы электродиализной установки

Шевчук Владимир Борисович, кандидат технических наук, доцент
e-mail: vshevchuk@list.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Фиалкова Евгения Александровна, доктор технических наук, профессор

e-mail: fialkova_ea@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Славоросова Елена Викторовна, кандидат технических наук

e-mail: s3009e@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Виноградова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент

e-mail: vinogradka85@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Голденшлях Ольга Николаевна, старший преподаватель

e-mail: goldenshlach1967@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: электродиализ, мембранные технологии, периодический режим, непрерывный режим, молочная сыворотка.

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу непрерывного и периодического режимов работы электродиализной установки, применяемой в молочной промышленности. Рассматриваются преимущества и недостатки каждого режима, а также влияние температуры на эффективность работы установки. Особое внимание уделяется влиянию температуры на срок службы мембран, что имеет важное значение для российских предприятий, учитывая санкции и ограничения на импорт мембран.

Введение

Переработка молочной сыворотки, в особенности кислой, является одной из наиболее актуальных задач современной пищевой и экологической биотехнологии [1, 2, 3]. Глобальный объем производства сыворотки исчисляется миллиардами тонн в год, и ее утилизация представляет серьезную экологическую проблему из-за высокого содержания органических веществ и минералов [1, 2]. В то же время, сыворотка — это не отходы, а ценный ресурс, содержащий белки, лактозу и биологически активные соединения [1, 3, 4]. Особую сложность представляет переработка кислой сыворотки (побочного продукта производства греческого йогурта и свежих сыров), поскольку для РФ актуальнее творожная сыворотка, тем более что ее объёмы сопоставимы с подсырной, характеризующейся высоким содержанием молочной кислоты и минеральных солей, что делает практически невозможным ее прямое высушивание [5, 6, 7, 8].

Для решения задачи деминерализации и раскисления сыворотки наиболее перспективным мембранным методом является электродиализ (ЭД) [9, 10, 11]. По сравнению с нанофильтрацией (НФ) и ионообменной хроматографией, ЭД позволяет достичь высоких (до 90-95%) степеней деминерализации и обеспечивает селективное извлечение ценных компонентов [10, 11, 12]. ЭД находит применение в стратегиях устойчивого развития и экономики замкнутого цикла, позволяя не только очищать потоки, но и производить продукты с добавленной стоимостью [9].

Однако широкое внедрение ЭД сдерживается рядом технологических проблем, в том числе скейлингом, характеризующимся образованием труднорастворимых отложений (аморфный фосфат кальция, кальцит, брусит) на поверхности ионообменных мембран, что резко снижает эффективность процесса [5, 8, 13, 14]. Кроме того, процесс электродиализа требует значительных энергозатрат, особенно при высоких степенях деминерализации [8, 15].

Анализ последних исследований показывает, что основными направлениями оптимизации процесса электродиализа являются:

использование гибридных схем, импульсных электрических полей и биполярных мембран.

Использование гибридных схем, а именно комбинирование ЭД с предварительной обработкой методами НФ [7,16, 17, 18] или обратного осмоса (ОО) [17, 19] для изменения соотношения ионов и снижения нагрузки на электродиализный модуль. НФ эффективно задерживает двухвалентные ионы, повышая селективность ЭД по отношению к Ca^{2+} и Mg^{2+} [16].

Применение импульсных электрических полей способствует подавлению явления концентрационной поляризации, интенсифицирует массоперенос за счет электроконвективных вихрей, снижает энергопотребление и, что наиболее важно, существенно уменьшает образование отложений на мембранах [7, 20, 21, 22].

Использование биполярных мембран при электродиализе позволяет совместить процесс деминерализации с регулированием pH, что особенно актуально для раскисления кислой сыворотки [5, 8, 15, 14]. Однако, и данная конфигурация подвержена скейлингу [8, 13].

Также ведутся активные исследования по разработке новых гомогенных и гетерогенных мембран с улучшенными транспортными характеристиками и устойчивостью к загрязнениям [23, 24, 25].

Несмотря на значительный объем работ по оптимизации электродиализа, в научной литературе явно прослеживается пробел в сравнительном анализе работы установок при периодическом и непрерывном режимах с учетом температурного фактора.

Целью настоящей работы являются научно обоснованные рекомендации по выбору оптимального режима эксплуатации электродиализного оборудования для переработки молочных и сывороточных пермеатов, с учетом экономичности и долговечности мембран на основании сравнительного анализа режимов работы установки.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся процесс электродиализной деминерализации молочных и сывороточных пермеатов. Предмет исследования – сравнительная оценка эффективности периодического и непрерывного режимов работы электродиализной установки, определяемая через их производительность, энергетические и эксплуатационные затраты, а также влияние на долговечность мембран.

Для решения поставленной задачи в работе применялся комплекс методов: теоретическое моделирование, математический, сравнительный и графический анализ, анализ технологических и экономических факторов.

Процедура исследования состояла из следующих этапов: построения теоретической модели, сравнительной оценки производительности

с учетом температурного фактора, комплексного анализа процесса электродиализа для периодического и непрерывного режимов.

Результаты

Известны два основных режима работы мембранных установок: непрерывный и периодический. Первый целесообразно применять при мембранной обработке больших объемов сырья, в качестве которого чаще всего используют молочные и сыровоточные пермеаты под общим названием «лактозосодержащее сырье». Нами проведен сравнительный анализ для электродиализа – электробаромембранного метода очистки растворов от минеральных солей.

На рисунке 1 приведены две схемы обвязки ЭД – установки, работающей в периодическом и непрерывном режиме.

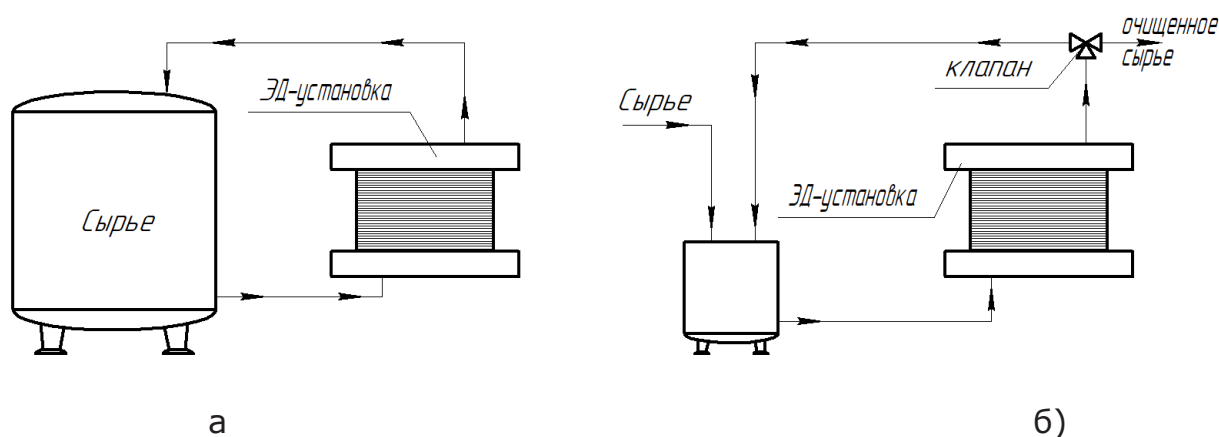


Рисунок 1 – Логистические схемы обвязки ЭД – установки, для различных режимов её работы: а) периодический, б) непрерывный.

Согласно представленной на рисунке 1а схемы для периодического режима работы ЭД – установки минеральные соли удаляются сразу из всего объема сырья. Движущей силой ЭД – процесса является электрическое напряжение на мембранном пакете. Эффективность удаления солей в момент времени t оценивается с помощью дифференциального уравнения (1):

$$-dm = K \cdot I \cdot dt, \quad (1)$$

Где dm – количество удалённых из сырья минеральных веществ за элементарный промежуток времени dt ; I – ток, текущий через мембранный пакет в момент времени t ; K – коэффициент пропорциональности, отражающий эксплуатационные характеристики ЭД – установки, например, рабочую поверхность мембран, электрическое сопротивление пакета, тип турбулизаторов и т.д..

Знак « – » в балансовом уравнение (1) указывает на снижение

массы солей в сырье с течением времени.

Уравнение (1) легко решается при выполнении двух условий:

$$m = V_0 \cdot c, \quad (2)$$

и

$$I = k \cdot c, \quad (3)$$

Где V_0 – объем сырья; c – общая концентрация солей в объеме; k – коэффициент пропорциональности.

Первое условие является очевидным, второе выполняется строго при поддержание максимального тока на мембранном пакете, близкого к его предельному значению $I_{пр}$, что соответствует максимальной допустимой эффективности работы ЭД – установки.

После подстановки (2) и (3) в (1), получим:

$$-d(V_0 \cdot c) = K \cdot k \cdot c \cdot dt, \quad (4)$$

Раскрывая скобки, учитывая, что $V_0 = \text{const}$, заменяя $B = K \cdot k$. и решая (4) методом разделения переменных, получим экспоненциальную зависимость концентрации от времени:

$$c = c_0 \exp\left(-\frac{B}{V_0} t\right), \quad (5)$$

Где c_0 – начальная концентрация солей в сырье.

Формула (5) позволяет рассчитывать основные характеристики ЭД – процесса в зависимости от времени работы ЭД – установки. Для уровня деминерализации, получим:

$$D = \frac{c_0 - c}{c_0} = 1 - \frac{c}{c_0} = 1 - \exp\left(-\frac{B}{V_0} t\right), \quad (6)$$

Производительность работы ЭД-установки Q определим следующим образом:

$$Q = \frac{V_0}{t}, \quad (7)$$

Из уравнения (5) выразим время работы установки:

$$t = -\frac{V_0}{B} \ln \frac{c}{c_0} = \frac{V_0}{B} \ln \frac{c_0}{c}, \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7), получим зависимость производительности электродиализной установки от концентрации солей в растворе:

$$Q = B \ln \frac{c_0}{c}, \quad (9)$$

Используя формулу (6), получим зависимость производительности от степени деминерализации:

$$Q = \frac{B}{\ln\left(\frac{1}{1-D}\right)}, \quad (10)$$

Для непрерывного режима работы ЭД – установки, схема которого представлена на рисунке 1б, характерно постоянство концентрации солей во вспомогательной ёмкости, чем автоматически обеспечивается постоянство тока на мембранном пакете. Важно отметить, что эта концентрация весьма близка к той, которая обеспечивает достижения заданного уровня деминерализации D . Последняя регулируется объемной скоростью потока сырья на выходе из ЭД – установки, чем она меньше, тем выше уровень деминерализации.

В равновесном состоянии объем удаляемого очищенного сырья в единицу времени равен объему исходного сырья, поступающего во вспомогательной ёмкость. Разница между массами солей в этих объемах равна:

$$\Delta m = v(c_0 - c), \quad (11)$$

Где v – объемная скорость потока сырья на выходе.

Но это разница масс очевидно равна той массе солей, которые удаляются с помощью ЭД – процесса:

$$\Delta m = B \cdot c, \quad (12)$$

Где B – обобщенный эксплуатационный параметр ЭД – установки из формулы (4).

Сопрягая (11) и (12), получим выражение для объемной скорости потока сырья, обеспечивающий заданный уровень деминерализации:

$$v = \frac{B \cdot c}{c_0 - c} = \frac{B \cdot (1 - D)}{D}, \quad (13)$$

Определив время работы установки:

$$t = \frac{V_0}{v}, \quad (14)$$

С учетом (14) получим выражение для расчета производительности электродиализной установки при непрерывном режиме работы:

$$Q = v = \frac{B \cdot (1 - D)}{D}, \quad (15)$$

Проанализируем, как изменяется производительность электродиализной установки при периодическом и непрерывном режимах работы с изменением уровня деминерализации.

Для периодического режима из (10) следует, что, чем выше задаваемый уровень деминерализации, тем ниже производительность ЭД-установки. Так, при $D=0,5$ (50%), она равна:

$$Q_{50} = \frac{B}{\ln 2} = \frac{B}{0,693} = 1,44 B,$$

а при $D=0,9$ (90%),

$$Q_{90} = \frac{B}{\ln 10} = \frac{B}{2,3} = 0,43 B$$

Разделив первый показатель на второй, получим:

$$\frac{Q_{50}}{Q_{90}} = \frac{1,44 B}{0,43 B} = 3,35$$

Для непрерывного режима работы электродиализной установки из (15) также следует, что, чем выше задаваемый уровень деминерализации, тем ниже производительность ЭД-установки.

Так, при $D=0,5$ (50%), она равна:

$$Q_{50} = \frac{B \cdot (1 - 0,5)}{0,5} = B$$

а при $D=0,9$ (90%),

$$Q_{90} = \frac{B \cdot (1 - 0,9)}{0,9} = \frac{B}{9},$$

Разделив первый показатель на второй, получим:

$$\frac{Q_{50}}{Q_{90}} = \frac{9B}{B} = 9$$

Резкое (нелинейное) снижение производительности при переходе к более глубокому уровню очистки сырья характерно для всех мембранных методов.

Сравним теперь производительность ЭД – установки, работающей при периодическом и непрерывном режимах, полагая, что для обоих вариантов одинаковы температура ЭД – процесса и задаваемый уровень деминерализации. Используя формулы (10) и (15), получим:

$$\frac{Q_{\text{пер}}}{Q_{\text{непр}}} = \frac{B}{\ln\left(\frac{1}{1-D}\right)} : \frac{B \cdot (1-D)}{D} = \frac{D}{(1-D) \ln\left(\frac{1}{1-D}\right)}, \quad (16)$$

Можно показать, что при $D \rightarrow 0$ отношение (16) стремится к 1, однако по мере повышения D разница между $Q_{\text{пер}}$ и $Q_{\text{непр}}$ резко возрастает в пользу $Q_{\text{пер}}$.

Рассмотрим отношение эффективности периодического и непрерывного ЭД – процесса, $Q_{\text{пер}}/Q_{\text{непр}}$, в зависимости от различных значений уровня деминерализации, D , таблица 1.

Таблица 1 – Эффективность ЭД-процесса, в зависимости от уровня деминерализации.

Уровень деминерализации,	0,3	0,5	0,7	0,9
Эффективность ЭД-процесса, $Q_{\text{пер}}/Q_{\text{непр}}$	1,2	1,44	1,94	3,9

Таким образом, при стремлении $D \rightarrow 1$ (100%), отношение (16) стремится к ∞ .

Наглядно причину более высокой производительности установки при работе в периодическом режиме можно продемонстрировать графическим способом. На рисунке 2 приведены графики, характеризующие зависимость тока от времени для обоих вариантов.

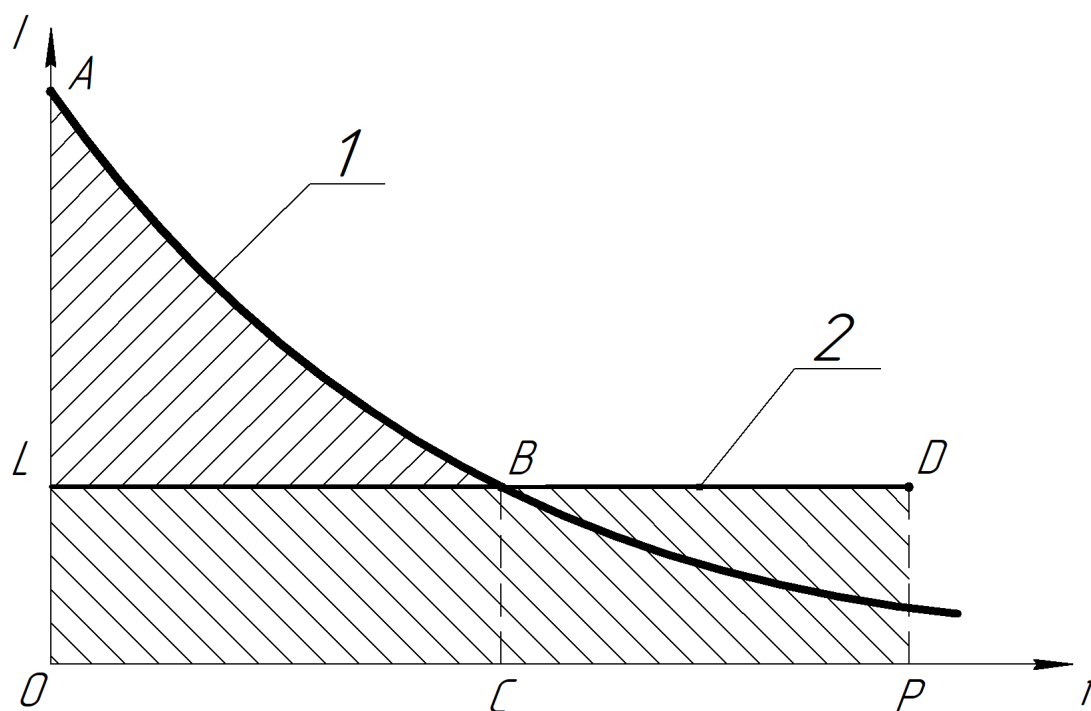


Рисунок 2 – Кинетика изменение тока на мембранном пакете в процессе работы ЭД – установки: 1) – периодический режим; 2) – непрерывный режим.

Так как ток на пакете в соответствии с (3) пропорционален концентрации минеральных солей в сырье, то на рисунке 2 он снижается для периодического режима (кривая 1) по экспоненциальному закону в полном соответствии с формулой (5). Для непрерывного режима (прямая 2) ток на пакете – постоянная величина, он пропорционален более низкой концентрации соли во вспомогательной ёмкости.

В точке B на графике, концентрация солей при периодическом режиме достигает своего конечного заданного значения. Полезная работа только по удалению солей одинакова для обоих вариантов. Для периодического режима с точностью до коэффициента пропорциональности равна площади фигуры $OABC$ на рисунке 2:

$$A = \int I dt, \quad (17)$$

Для непрерывного режима она равна площади прямоугольника $OLDP$:

$$A = I_1 \cdot t_1, \quad (18)$$

Из сравнения этих двух фигур видно, что равенство их площадей

наступает при t_1 в точке Р для непрерывного режима. Это значительно превышает значение t в точке С для периодического режима. Ясно, что, чем ниже расположена линия 2 (Рисунок 2) (более высокое значение D), тем более значительна эта разница. Также эту разницу можно объяснить тем, что эффективность мембранного процесса снижается при работе установки в периодическом режиме, начиная с некоторого максимального значения, при непрерывном же режиме она остается постоянной, однако соответствует минимальному значению для периодического режима.

На практике низкая производительность работы мембранной установки в непрерывном режиме от части компенсируется более высокой температурой мембранного процесса. Для молочного сырья повышение температуры на 1°C повышает его электропроводность, примерно на 2%, что приводит к соответствующему повышению эксплуатационного параметра A ЭД – установки [26, 27]. Для периодического режима обычно применяют температуру $13 - 15^\circ\text{C}$, для непрерывного – $35 - 40^\circ\text{C}$ [28,29].

Отсюда следует, что эксплуатационный параметр при прочих равных условиях для непрерывного режима работы ЭД – установки примерно в 1,5 раза выше, чем для периодического. С учётом этого факта данные, приведённые в таблице 1, могут быть скорректированы в соответствии с уточнением формулы (16):

$$\frac{Q_{\text{пер}}}{Q_{\text{непр}}} = \frac{B}{\ln\left(\frac{1}{1-D}\right)} : \frac{B_1 \cdot (1-D)}{D} = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{D}{(1-D) \ln\left(\frac{1}{1-D}\right)}, \quad (19)$$

В таблице 2 приведены скорректированные с учетом формулы (19) данные по сравнительной эффективности периодического и непрерывного режимов работы ЭД – установки при разно температурных условиях проведения ЭД – процесса.

Таблица 2 – Сравнительная оценка эффективности работы ЭД – установки для периодического ($T = 15^\circ\text{C}$) и непрерывного ($T = 40^\circ\text{C}$) режимов её эксплуатации в зависимости от уровня деминерализации

Уровень деминерализации,	0,3	0,5	0,7	0,9
$\frac{Q_{\text{пер}} (15^\circ\text{C})}{Q_{\text{непр}} (40^\circ\text{C})}$	0,79	0,96	1,29	2,6

Приведённые в таблице 2 данные указывают на значимость

температурного фактора: повышение температуры с 15°C до 40°C делает непрерывный режим предпочтительней, вплоть до значений уровня деминерализации $D = 50\%$.

Обсуждение

В реальных условиях эффективность работы мембранных установок оценивают по множеству факторов. В контексте вышеизложенного наиболее важным из них является срок службы мембраны, который существенно снижается с повышением температуры их эксплуатации.

Непрерывный режим, особенно при повышенных температурах, может быть оправдан для производств, ориентированных на высокую производительность при умеренной степени деминерализации (например, предварительная обработка сыворотки перед сушкой). Однако, это требует значительных капитальных затрат на частую замену мембранных пакетов.

В качестве примера можно привести работу ЭД – установок в Уэксфорде (Англия) по деминерализации подсырной сыворотки [30, 31]. В сутки предприятие перерабатывает 2000 т сырья до достижения 90%-го уровня деминерализации, используя для этого 8 мощных ЭД – установок. Последние работают в непрерывном режиме при температуре 45°C. После 6 месяцев эксплуатации при данной температуре мембраны полностью выходят из строя и подвергаются полной замене, в то время как при температуре 15°C такая замена осуществляется в среднем 1 раз в 5 лет. Чаще всего причиной инактивации мембран служит их забивка комплексами кальция и магния, особенность которых, отличающая их от одновалентных катионов, заключается в снижении растворимости с ростом температуры [30, 31]. При нормальных условиях стоимость мембран составляет, в среднем, 10% от стоимости всей мембранной установки, однако для России, испытывающей санкционное давление со стороны стран запада, это значение может увеличиться в несколько раз, что в сочетании с другими аргументами склоняет чашу весов в пользу периодического режима эксплуатации ЭД – установки.

Периодический режим благодаря изначально высокой концентрации ионов и последующему ее снижению может по-разному влиять на кинетику образования отложений по сравнению с непрерывным режимом, где концентрация стабилизируется на низком уровне. В периодическом режиме риск отложений максимален в начале процесса, а в непрерывном – присутствует постоянно. Это требует различных стратегий управления: для периодического режима эффективна предварительная нанофильтрация для удаления двухвалентных ионов [7, 16, 18], а для непрерывного – применение импульсных полей для постоянной «промывки» мембран [20, 21, 22].

Выбор режима работы электродиализной установки должен определяться ее местом в общей технологической цепи переработки

сыворотки. Периодический режим идеально подходит для финишной, глубокой деминерализации (до 90-95%) концентратов после нанофильтрации или ультрафильтрации [7, 12, 18, 32]. Непрерывный режим может быть эффективен как первая ступень в каскаде для грубого удаления минералов, особенно если используется подогрев от других стадий процесса, что снижает энергозатраты на поддержание температуры.

Преимущества того или иного режима могут варьироваться в зависимости от типа сыvorотки и ее исходной минерализации. Для кислой сыvorотки с высоким содержанием молочной кислоты и кальция [5, 7, 8] риск скейлинга выше. В этом контексте периодический режим при низкой температуре может быть более надежным.

Выводы

Производительность электродиализной установки критически зависит от выбранного режима работы и требуемого уровня деминерализации (D). Периодический режим демонстрирует существенно более высокую производительность ($Q_{\text{пер}}$) по сравнению с непрерывным ($Q_{\text{непр}}$) при высоких степенях очистки ($D > 70\%$), что обусловлено работой с максимально возможной движущей силой (концентрацией и, следовательно, током) на начальном этапе процесса. Эффективность резко падает с ростом глубины очистки. Для всех мембранных процессов, включая электродиализ, характерно нелинейное снижение производительности при стремлении к глубокой деминерализации. Как показали расчеты, переход от $D=50\%$ к $D=90\%$ приводит к снижению производительности при периодическом режиме в 3.35 раза, а при непрерывном режиме в 9 раз (без учета температурного фактора).

Температура — ключевой компенсирующий фактор для непрерывного режима. Повышение температуры процесса с 15°C до 40°C увеличивает электропроводность сырья и эксплуатационный параметр (A), позволяя в 1.5 раза повысить производительность непрерывного режима. Это делает непрерывный режим конкурентоспособным или даже предпочтительным при умеренных уровнях деминерализации ($D \leq 50\%$).

Выбор режима работы является оптимизационной задачей, учитывающей не только производительность, но и срок службы мембран. Работа при повышенных температурах ($35\text{--}45^{\circ}\text{C}$) в непрерывном режиме хотя и увеличивает производительность, приводит к ускоренной деградации ионообменных мембран из-за интенсификации процессов образования нерастворимых отложений (скейлинга) двухвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+}), растворимость которых с ростом температуры падает [5, 8, 13, 14, 33].

Заключение

Для современных российских предприятий, перерабатывающих сыворотку с целью получения высококачественных деминерализованных продуктов, например, для детского питания [24], наиболее рациональной представляется схема с использованием периодического ЭД-режима при умеренных температурах (10–20°C). Это обеспечит приемлемую производительность при максимальном ресурсе мембран и снизит зависимость от импортных комплектующих, что соответствует стратегиям импортозамещения и устойчивого развития [9, 34].

Благодарность

Выражаем признательность за ценную идею, которая послужила важным стимулом для исследования темы и позволила достичь значимых результатов к. т. н. Дыкало Николаю Яковлевичу.

Литература:

1. Besediuk, V. Whey - From Waste to a Valuable Resource [Text] / V. Besediuk, M. Yatskov, N. Korchyk, [et al.] // Journal of Agriculture and Food Research. 2024. Vol. 18. Dec. Pp. 101280.
2. Pires, A. F. Dairy By-products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey [Text] / A. F. Pires, N. G. Marnotes, O. D. Rubio, [et al.] // Foods. 2021. May 12; 10(5):1067.
3. Tsermoula, P. WHEY - The Waste-Stream That Became More Valuable Than the Food Product [Text] / P. Tsermoula, B. Khakimov, J. H. Nielsen, [et al.] // Trends in Food Science & Technology. — 2021. — Vol. 118, Pt. A. — Pp. 230–241.
4. Юрова, Е.А. Деминерализованная молочная сыворотка как основное сырье для продуктов специализированного питания [Текст] / Е.А. Юрова, Т.В. Кобзева, С.А. Фильчакова // Пищевая промышленность. — 2022. — № 3. — С. 64–67.
5. Dufton, G. How Electrodialysis Configuration Influences Acid Whey Demineralization and Deacidification [Text] / G. Dufton, A. Doyen, L. Bazinet // Journal of Dairy Science. — 2018. — Vol. 101(12). — Pp. 1–12.
6. Beaulieu, M. How Overlimiting Current Condition Influences Lactic Acid Recovery and Demineralization of Acid Whey by Electrodialysis [Text] / M. Beaulieu, A. Doyen, L. Bazinet // Membranes. — 2020. — Vol. 10(6). — Article ID: 113.
7. Poitras, D. Lactic Acid Removal and Demineralization of Acid Whey by Coupling Electrodialysis Under Pulsed Electric Fields With Preconcentration by Nanofiltration: Impact on Spray Drying and Powder Quality [Text] / D. Poitras, V. Perreault, S. Gaaloul, [et al.] // Desalination. — 2025. — Vol. 613. — Pp. 119032.
8. Kravtsov, V.A. Feasibility of Using Electrodialysis with Bipolar Membranes to Deacidify Acid Whey [Text] / V.A. Kravtsov, I.K. Kulikova,

A.S. Bessonov, [et al.]// International Journal of Dairy Technology. — 2020. — Vol. 73. — Iss. 1. — Pp. 261–269.

9. Bazinet, L. Electrodialytic Processes: Market Overview, Membrane Phenomena, Recent Developments and Sustainable Strategies [Text] / L. Bazinet, T.R. Geoffroy // Membranes (Basel). — 2020. — Vol. 10(9). — Article ID: 221.

10. Володин, Д.Н. Эффективность деминерализации молочной сыворотки: анализ методов и оптимизация их использования [Текст] / Д.Н. Володин, В.К. Топалов, И.К. Куликова, [и др.]// Молочная промышленность. — 2024. — № 4. — С. 50–55.

11. Золоторёва, М.С. Электродиализ – наиболее эффективный процесс деминерализации молочной сыворотки [Текст] / М.С. Золоторёва, Д.Н. Володин, А.С. Бессонов, [и др.]// Молочная промышленность. — 2017. — № 3. — С. 37–38.

12. Tavares, L. Whey and Whey Powders, Principles and Applications of Dialysis [Text] / L. Tavares, F.X. Malcata // Encyclopedia of Food and Health. — 2016. — Pp. 493–497.

13. Jia, Y.W. Investigating the Effect of Temperature and Concentration on the Performance of Reverse Electrodialysis Systems [Text] / Y.W. Jia, G.Q. Chen, S.E. Kentish // Desalination. — 2024. — Vol. 592. — Pp. 118184.

14. Dufton, G. How Electrodialysis Configuration Influences Acid Whey Deacidification and Membrane Scaling [Text] / G. Dufton, S. Mikhaylin, S. Gaaloul, [et al.]// Journal of Dairy Science. — 2018. — Vol. 101, Iss. 9. — Pp. 7833–7850.

15. Rodrigues, M. Minimal Bipolar Membrane Cell Configuration for Scaling Up Ammonium Recovery [Text] / M. Rodrigues, T.T. de Mattos, T. Sleutels, [et al.]// ACS Sustainable Chem. Eng. — 2020. — Vol. 8, No. 47. — Pp. 17359–17367.

16. Nielsen, E.N. Improving Electrodialysis Separation Efficiency of Minerals from Acid Whey by Nano-Filtration Preprocessing [Text] / E.N. Nielsen, L.H. Skibsted, S.R. Yazdi [et al.]// Int. J. Dairy Tech. — 2022. — Vol. 75, No. 4. — Pp. 820–830.

17. Nielsen, E.N. Effect of Reverse Osmosis Preprocessing of Acid Whey and Electrodialysis Current Density on Process Performance [Text] / E.N. Nielsen, M. Gøtke, U. Cordin, [et al.]// Food and Bioproducts Processing. — 2023. — Vol. 140. — August. — Pp. 72–83.

18. Roselli, M. Recovery of Lactose from Acid Whey by Nanofiltration: An Experimental Study [Text] / M. Roselli, R. Onesti, C. Boi, [et al.] // Separation and Purification Technology. — 2025. — Vol. 353B. — Pp. 1–14.

19. Джубари, М.К. Сочетание обратного осмоса и электродиализа для улучшения рекуперации воды в промышленных сточных водах [Текст] / М.К. Джубари, Н.В. Алексеева, М.Ю. Балабанова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных техноло-

гий. — 2020. — № 82(4). — С. 227–235.

20. Rybalkina, O. Effect of Pulsed Electric Field on the Electrodialysis Performance of Phosphate-Containing Solutions [Text] / O. Rybalkina, K. Solonchenko, D. Chuprynina, [et al.]// Membranes. — 2022. — Vol. 12(11). — Art. 1107.

21. Merkel, A. An Investigation on the Application of Pulsed Electrodialysis Reversal in Whey Desalination [Text] / A. Merkel, A.M. Ashrafi // Int J Mol Sci. — 2019. — Apr 18;20(8):1918.

22. Dufton, G. Positive Impact of Pulsed Electric Field on Lactic Acid Removal, Demineralization and Membrane Scaling During Acid Whey Electrodialysis [Text] / G. Dufton, S. Mikhaylin, S. Gaaloul, [et al.]// Int J Mol Sci. — 2019. — Feb 13;20(4):797.

23. Li, S. Comparison of the Property of Homogeneous and Heterogeneous Ion Exchange Membranes During Electrodialysis Process [Text]/ S. Li, W. Meng, Y. Wang, [et al.]// Ain Shams Engineering Journal. — 2020. — Vol. 12(3). — Pp. 1–10.

24. Лоза, Н.В. Влияние лактозы на транспортные свойства ионообменных мембран [Текст]/ Н.В. Лоза, Н.А. Кутенко, М.А. Бровкина, [и др.] // Мембраны и мембранные технологии. — 2023. — Т. 13, № 4. — С. 301–311.

25. Шестаков, К.В. Анализ и обоснование тенденций развития электромембранных методов очистки промышленных растворов [Текст]/ К.В. Шестаков, С.И. Лазарев, О.В. Долгова, [и др.]// Вестник ВГУИТ. — 2024. — Т. 86, № 2. — С. 40–47.

26. Petrushevska, L. Research on Electrical Conductivity of Milk [Electronic resource]/ L. Petrushevska, S. Ivanovs, D. Klava, [et al.]// Engineering for Rural Development: Proceedings of the 20th International Scientific Conference, Jelgava, Latvia, 26–28 May 2021. — Jelgava, 2021. — Pp. 623–629. — Available at:

27. <https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2021/Papers/TF320.pdf>(Accessed: 15.12.2025).

28. Daunoras, J. Research Into Correlation of Milk Electrical Conductivity and Freezing Point Depression [Electronic resource]/ J. Daunoras, A. Knyš // Electronics and Electrical Engineering. — Kaunas: Technologija, 2008. — № 1(81). — Pp. 23–26. — ISSN 1392-1215. — Available at: <https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/11027/5774> (Accessed: 15.12.2025).

29. Chen, G.Q. Removal of Lactic Acid from Acid Whey Using Electrodialysis [Text] / G.Q. Chen, F.I.I. Eschbach, M. Weeks, [et al.] // Separation and Purification Technology. — 2016. — Vol. 158. — Pp. 230–237.

30. Tetra Pak. Dairy Processing Handbook. Milk and Whey Fractionation: Electrodialysis [Text]. — Lund: Tetra Pak Processing Systems AB, 2015.

31. Zadow, J.G. Whey and Lactose Processing [Text]. — London; New York: Elsevier Applied Science, 1992. — XVI, 489 pp.: ill. — ISBN 1-85166-753-9.

32. Greiter, M. Desalination of Whey by Electrodialysis and Ion Exchange Resins: Analysis of Both Processes with Regard to Sustainability by Calculating Their Cumulative Energy Demand [Text] / M. Greiter et al. // *Journal of Membrane Science*. — 2002. — Vol. 210, No. 1. — Pp. 91–102.

33. Шохалов, В.А. Совершенствование процесса кристаллизации лактозы в производстве молочного сахара (ультрафильтрация-нано-фильтрация-электродиализ) [Текст] / В.А. Шохалов, А.И. Гнездилова, В.Н. Шохалова // *Молочная промышленность*. — 2024. — № 2. — С. 48–52.

34. Плотникова, С.Е. Исследование фазовых равновесий в водно-солевых системах, содержащих компоненты молочной сыворотки [Текст] / С.Е. Плотникова, Е.М. Горбунова, С.И. Нифталиев, [и др.] // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. — 2023. — № 85(4). — С. 139–144.

35. Храмцов, А.Г. Эволюция переработки молочной сыворотки: прошлое, настоящее, будущее (часть 1) [Текст] / А.Г. Храмцов, А.А. Борисенко, И.А. Евдокимов, [и др.] // *Современная наука и инновации*. — 2021. — № 2. — С. 129–139.

References:

1. Besediuk V, Yatskov M., Korchyk N., et al. Whey - From waste to a valuable resource. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2024, vol. 18, p. 101280. (In English) – Text direct

2. Pires A. F., Marnotes N. G., Rubio O. D., et al. Dairy by-products: a review on the valorization of whey and second cheese whey. *Foods*, 2021, no. 10(5), p. 1067. (In English) – Text direct

3. Tsermoula P., Khakimov B., Nielsen J. H., et al. WHEY - the waste-stream that became more valuable than the food product. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, vol. 118, pp. 230–241. (In English) – Text direct

4. Yurova E. A., Kobzeva T. V., Fil`chakova S. A. Demineralized milk whey as the main raw material for specialized food products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2022, no. 3, pp. 64–67. (In Russian) – Text direct

5. Dufton G., Doyen A., Bazinet L. How electrodialysis configuration influences acid whey demineralization and deacidification. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101(12), pp. 1–12. (In English) – Text direct

6. Beaulieu M., Doyen A., Bazinet L. How overlimiting current condition influences lactic acid recovery and demineralization of acid whey by electrodialysis. *Membranes*, 2020, vol. 10(6), article ID: 113. (In English)

– Text direct

7. Poitras D., Perreault V., Gaaloul S., et al. Lactic acid removal and demineralization of acid whey by coupling electrodialysis under pulsed electric fields with preconcentration by nanofiltration: impact on spray drying and powder quality. *Desalination*, 2025, vol. 613, p. 119032. (In English)

– Text direct

8. Kravtsov V. A., Kulikova I. K., Bessonov A. S., et al. Feasibility of using electrodialysis with bipolar membranes to deacidify acid whey. *Journal of Dairy Technology*, 2020, vol. 73, iss. 1, pp. 261–269. (In English) – Text direct

9. Bazinet L., Geoffroy T. R. Electrodialytic processes: market overview, membrane phenomena, recent developments and sustainable strategies. *Membranes (Basel)*, 2020, vol. 10(9), article ID: 221. (In English)

– Text direct

10. Volodin D. N., Topalov V. K., Kulikova I. K., et al. Efficiency of milk whey demineralization: analysis of methods and optimization of their use. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2024, no. 4, pp. 50–55. (In Russian) – Text direct

11. Zolotoreva M. S., Volodin D. N., Bessonov A. S., et al. Electrodialysis as the most effective process for demineralization of milk whey. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 3, pp. 37–38. (In Russian) – Text direct

12. Tavares L., Malcata F. X. Whey and whey powders, principles and applications of dialysis. *Encyclopedia of Food and Health*, 2016, pp. 493–497. (In English) – Text direct

13. Jia Y. W., Chen G. Q., Kentish S. E. Investigating the effect of temperature and concentration on the performance of reverse electrodialysis systems. *Desalination*, 2024, vol. 592, p. 118184. (In English) – Text direct

14. Dufton G., Mikhaylin S., Gaaloul S., et al. How electrodialysis configuration influences acid whey deacidification and membrane scaling. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, iss. 9, pp. 7833–7850. (In English)

– Text direct

15. Rodrigues M., de Mattos T. T., Sleutels T., et al. Minimal bipolar membrane cell configuration for scaling up ammonium recovery. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering Journal*, 2020, vol. 8, no. 47, pp. 17359–17367. (In English) – Text direct

16. Nielsen E. N., Skibsted L. H., Yazdi S. R., et al. Improving electrodialysis separation efficiency of minerals from acid whey by nanofiltration preprocessing. *International Journal of Dairy Technology*, 2022, vol. 75, no. 4, pp. 820–830. (In English) – Text direct

17. Nielsen E. N., Gøtke M., Cordin U., et al. Effect of reverse osmosis preprocessing of acid whey and electrodialysis current density on process performance. *Food and Bioproducts Processing*, 2023, vol. 140, pp. 72–83.

(In English) – Text direct

18. Roselli M., Onesti R., Boi C., et al. Recovery of lactose from acid whey by nanofiltration: an experimental study. *Separation and Purification Technology*, 2025, vol. 353B, pp. 1–14. (In English) – Text direct

19. Dzhubari M. K., Alekseeva N. V., Balabanova M. Yu. Combination of reverse osmosis and electrodialysis to improve water recovery in industrial wastes. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2020, no. 82(4), pp. 227–235. (In Russian) – Text direct

20. Rybalkina O., Solonchenko K., Chuprynina D., et al. Effect of pulsed electric field on the electrodialysis performance of phosphate-containing solutions. *Membranes*, 2022, no. 12(11), p. 1107. (In English) – Text direct

21. Merkel A., Ashrafi A. M. An investigation on the application of pulsed electrodialysis reversal in whey desalination. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, no. 20(8), p. 1918. (In English) – Text direct

22. Dufton G., Mikhaylin S., Gaaloul S., et al. Positive impact of pulsed electric field on lactic acid removal, demineralization and membrane scaling during acid whey electrodialysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, no. 20(4), p. 797. (In English) – Text direct

23. Li S., Meng W., Wang Y., et al. Comparison of the property of homogeneous and heterogeneous ion exchange membranes during electrodialysis process. *Ain Shams Engineering Journal*, 2020, vol. 12(3), pp. 1–10. (In English) – Text direct

24. Loza N.V., Kutenko N. A., Brovkina M. A., et al. Influence of lactose on the transport properties of ion-exchange membranes. *Membranes and Membrane Technologies*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 301–311. (In Russian) – Text direct

25. Shestakov K. V., Lazarev S. I., Dolgova O. V., et al. Analysis and substantiation of development trends of electromembrane methods for purifying industrial solution. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2024, vol. 86, no. 2, pp. 40–47. (In Russian) – Text direct

26. Petrushevska L., Ivanovs S., Klava D., et al. Research on electrical conductivity of milk. *Engineering for Rural Development: Proceedings of the 20th International Scientific Conference, Jelgava, Latvia, 26-28 May 2021*. Jelgava, 2021, pp. 623–629. Available at: <https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2021/Papers/TF320.pdf> (Accessed: 15 December 2025) (In English) – Text electronic

27. Daunoras J., Knyš A. Research into correlation of milk electrical conductivity and freezing point depression. *Electronics and Electrical Engineering*. Kaunas, Technologiya Publ., 2008, no. 1(81), pp. 23–26. ISSN

1392-1215. Available at: <https://eejournal.ktu.lt/index.php/elt/article/view/11027/5774> (Accessed: 15 December 2025) (In English) – Text electronic

28. Chen G. Q., Eschbach F. I. I., Weeks M., et al. Removal of lactic acid from acid whey using electrodialysis. *Separation and Purification Technology*, 2016, vol. 158, pp. 230–237. (In English) – Text direct

29. *Tetra Pak. Dairy Processing Handbook. Milk and Whey Fractionation: Electrodialysis*. Lund, Tetra Pak Processing Systems AB Publ., 2015. (In English) – Text direct

30. Zadow J. G. *Whey and Lactose Processing*. London, New York, Elsevier Applied Science Publ., 1992. ISBN 1-85166-753-9. (In English) – Text direct

31. Greiter M., et al. Desalination of whey by electrodialysis and ion exchange resins: analysis of both processes with regard to sustainability by calculating their cumulative energy demand. *Journal of Membrane Science*, 2002, vol. 210, no. 1, pp. 91–102. (In English) – Text direct

32. Shokhalov V. A., Gnezdilova A. I., Shokhalova V. N. Improvement of the lactose crystallization process in milk sugar production (ultrafiltration-nanofiltration-electrodialysis). *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2024, no. 2, pp. 48–52. (In Russian) – Text direct

33. Plotnikova S. E., Gorbunova E. M., Niftaliev S. I., et al. Study of phase equilibria in salt aqueous systems containing milk whey components. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2023, no. 85(4), pp. 139–144. (In Russian) – Text direct

34. Khramtsov A. G., Borisenko A. A., Evdokimov I. A., et al. Evolution of milk whey processing: past, present, future (Part 1). *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovation], 2021, no. 2, pp. 129–139. (In Russian) – Text direct

Comparative analysis of continuous and batch operating modes of an electrodialysis plant

Shevchuk Vladimir Borisovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail:vshevchuk@list.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Fialkova Evgeniya Aleksandrovna, Doctor of Sciences (Engineering), Professor

e-mail:fialkova_ea@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Slavorosova Elena Viktorovna, Candidate of Sciences (Engineering)

e-mail:s3009e@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Vinogradova Yuliya Vladimirovna, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail:vinogradka85@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Goldenshlach Ol'ga Nikolaevna, a senior lecturer

e-mail:goldenshlach1967@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: electrodialysis, membrane technologies, batch operating mode, continuous operating mode, milk whey.

Abstract. The article is devoted to a comparative analysis of the continuous and batch operating modes of an electrodialysis plant used in the dairy industry. The advantages and disadvantages of each operating mode have been considered, as well as the influence of temperature on the efficiency of the plant. Particular attention has been paid to the impact of temperature on the service life of membranes, which is of great importance for Russian enterprises on the ground of sanctions and restrictions on membrane imports.

Анализ минерального состава смесей для энтерального питания повышенной энергетической ценности

Щетинина Елена Михайловна, доктор технических наук, доцент
e-mail: schetinina2014@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и
безопасности пищи

Кочеткова Алла Алексеевна, Академик РАН, доктор технических
наук, профессор
e-mail: prof.kochetkova@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и
безопасности пищи

Тармаева Инна Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор
e-mail: tarmaeva@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и
безопасности пищи

Ключевые слова: энтеральное питание, минеральные вещества, продукты энтерального питания повышенной энергии, отечественный рынок, белок, калорийность.

Аннотация. Для правильного функционирования организму человека необходимы минеральные вещества, так как они участвуют в биохимических процессах и метаболических реакциях. Особого внимания требует рацион питания людей, которые находятся в послеоперационном периоде и восстановлении. В статье проведен поиск тематических научных публикаций, который осуществлялся по базам данных PubMed и Russian Science Citation Index (RSCI) по ключевому словосочетанию «энтеральное питание, продукты энтерального питания повышенной энергетической ценности, минеральные вещества». Проведен анализ отечественного рынка энтерального питания, реализуемого через торговые сети. Установлены производители ЭП

повышенной энергии и наименование продуктов. Проведен сравнительный анализ химического и минерального составов данных продуктов, и их соответствия нормам физиологической потребности взрослого человека. Установлено, что количество белка в продуктах ЭП повышенной энергетической ценности находится в пределах от 6,0 до 7,5 г, жира - от 5,0 до 6,2 г, углеводов - от 18,2 до 19,3 г на 100 мл готового продукта. Общее количество минеральных веществ в смесях составляет от 621,6 до 767,0 мг.

Введение

Современные исследования, посвященные сохранению здоровья населения, четко формулируют его прямую связь с проблемами питания и неполноценностью рациона человека [1-4]. Стоит отметить, что сегодня существует тенденция к организации персонализированного питания, но особое внимание стоит уделить рационам, употребляемым людьми при наличии каких-либо заболеваний, находящимся в послеоперационном периоде или восстановлении, поскольку нутритивная поддержка в это время крайне важна [5]. Для правильного функционирования организму человека необходимы минеральные вещества, так как они участвуют в биохимических процессах и метаболических реакциях [6,7].

Согласно данным Academy of Nutrition and Dietetics, энтеральное питание (ЭП) позволяет восполнить баланс питательных веществ у тех, кто не в состоянии полноценно перорально потреблять пищу [8]. По данным исследований, недостаточность питания наблюдается у более 50% пациентов в отделении хирургии, а введение продуктов ЭП способствует более активному восстановлению и улучшению пищевого статуса пациента [9,10].

К числу ключевых тенденций развития рынка энтерального питания относятся растущие акценты на персонализированные решения, то есть разработка и производство продуктов для питания пациентов с различными заболеваниями: послеоперационный период, онкология, заболевания желудочно-кишечного тракта, легких, почек и т.д. В зависимости от целевого назначения такие продукты отличаются по химическому, минеральному и витаминному составу [11,12,13]. Таким образом, проведение анализа минерального состава смесей для энтерального питания повышенной энергетической ценности является актуальным и позволит оценить, какие продукты сегодня есть на рынке, оценить их состав, что в дальнейшем позволит понять, какие смеси необходимы для персонализированных решений.

Цель данных исследований изучить минеральный состав продуктов энтерального питания повышенной энергетической ценности, представленных на отечественном рынке.

Материалы и методы

Исследование выполнено в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания FGMF-2025-0011.

Поиск тематических научных публикаций осуществлялся по базам данных PubMed и Russian Science Citation Index (RSCI) по ключевому словосочетанию, «энтеральное питание, продукты энтерального питания повышенной энергии, минеральные вещества». Проведен анализ отечественного рынка энтерального питания, реализуемого через торговые сети.

Результаты

Энтеральное питание повышенной энергии представляет собой специализированные смеси лечебного питания, предназначенные для пациентов с высокими потребностями в белке и энергии при различных заболеваниях, когда обычный прием пищи невозможен или ограничен.

На отечественном рынке продукты энтерального питания повышенной энергии представлены следующими видами: NutrienEnergy (АО «Инфаприм»[14]), Нутризон Энергия (ООО «Нутриция»[15]), Isosource® Energy Fibre (ООО «Нестле Россия»), Нутрикорм Энергия Файбер Ликвид и Нутрикорм Энергия Ликвид (ООО «Б.Браун»). Все они относятся к гипернитрогенным, т.е. содержащим более 5,1 г белка на 100см³ смеси, а также к гиперкалорийным, т.е. содержащим более 126 ккал в 100см³ продукта.

Химический состав продуктов ЭП повышенной энергии представлен на рисунке 1.

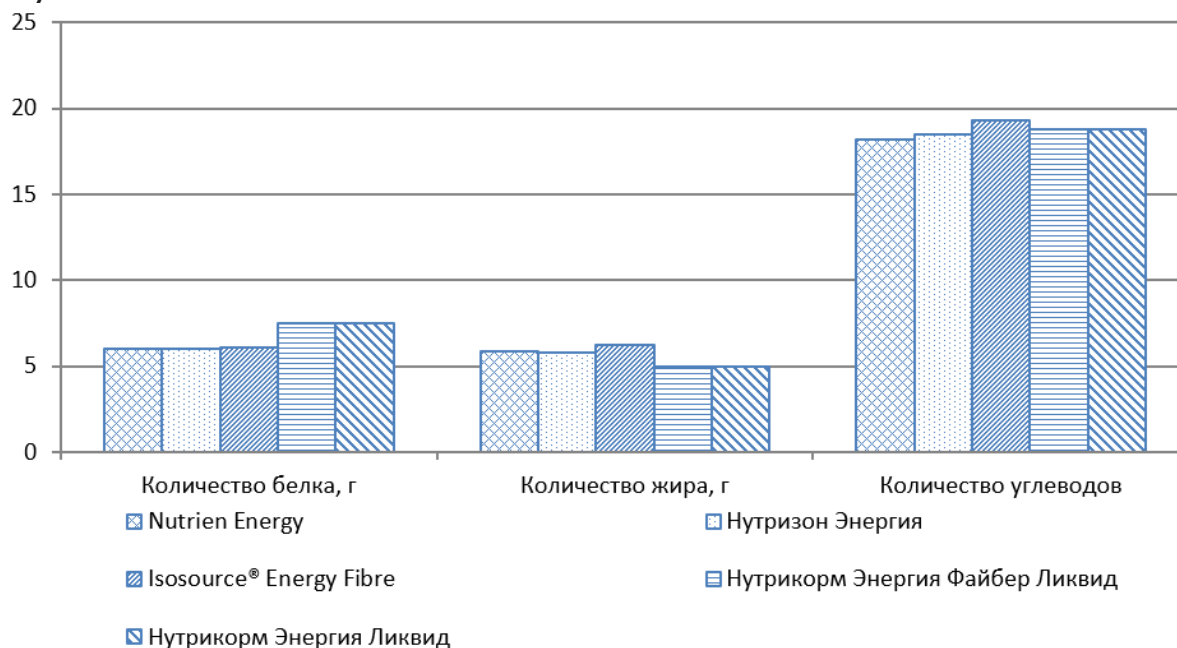


Рисунок 1 - Химический состав продуктов энтерального питания повышенной энергетической ценности в 100 мл готового продукта

Согласно полученным данным, количество белка в продуктах ЭП повышенной энергетической ценности находится в пределах от 6,0 до

7,5 г, жира от 5,0 до 6,2 г, углеводов от 18,2 до 19,3 г на 100 мл готового продукта. В сравнении со стандартными смесями [13] показатели белка в некоторых продуктах выше в среднем на 36%, жира на 34%, а углеводов на 29%.

В процессе восстановления, особенно в послеоперационном периоде, организм человека нуждается в питании, которое будет максимально сбалансировано по своему составу. Обязательным компонентом смеси должны являться минеральные вещества (рисунок 2), которые будут способствовать восстановлению организма.

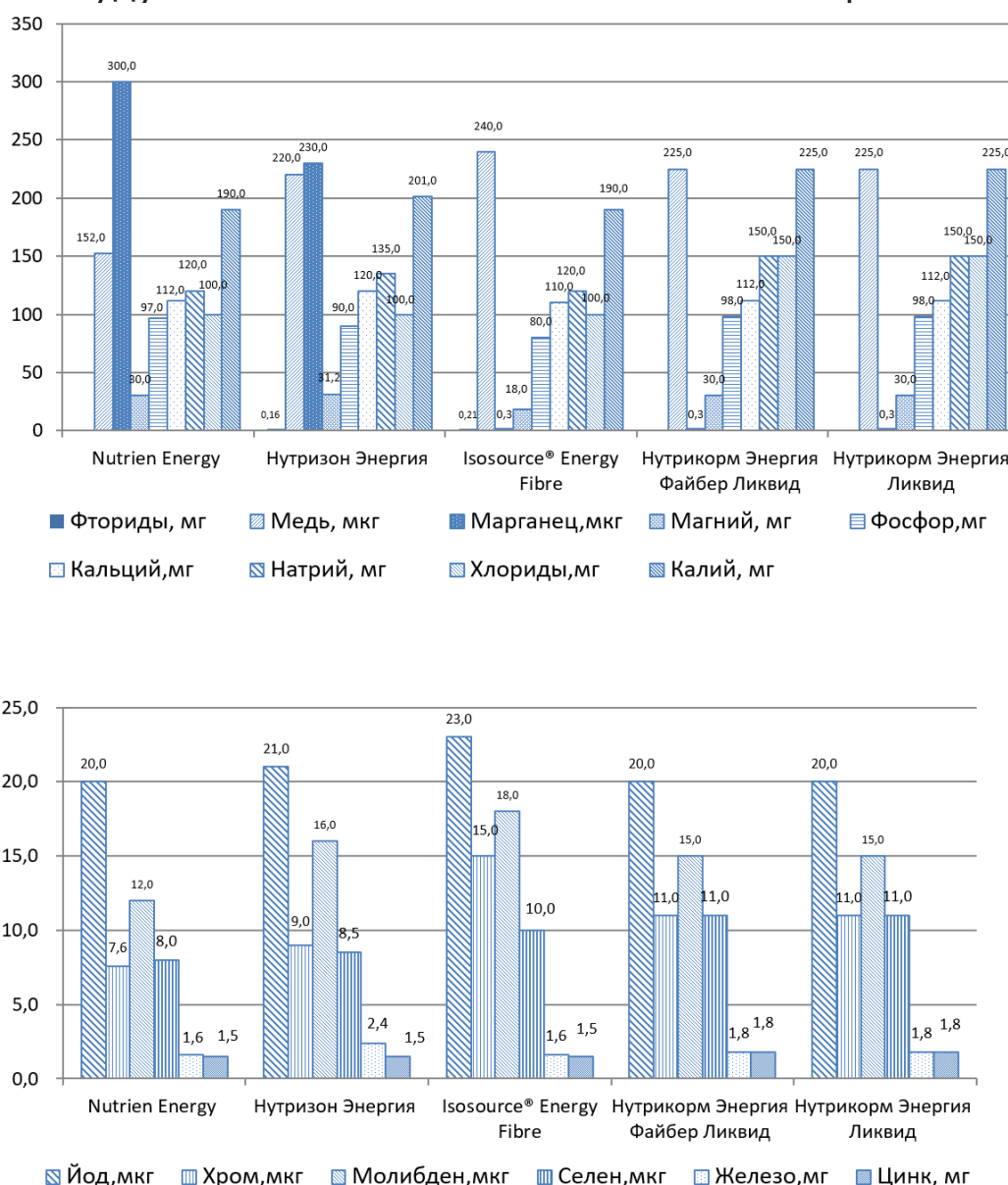


Рисунок 2 - Минеральный состав смесей ЭП повышенной энергетической ценности

Удовлетворение суточной физиологической потребности взрослого человека в минеральных веществах, согласно МР 2.3.1.0253-21 стандартными продуктами энтерального питания представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Процентное удовлетворение суточной физиологической потребности взрослого человека минеральными веществами в 100 мл готового продукта ЭП

Минеральные вещества	Физиологическая потребность взрослого человека в сутки (МР 2.3.1.0253—21)		Наименование продукта			
			NutrienE-nergy	Нутризон Энергия	Isosource® Energy Fibre	Нутрикорм Энергия Файбер Ликвид
Кальций, %	1000 мг	12,4	12,0	11,0	12,4	12,4
Фосфор, %	700 мг	13,8	12,8	11,4	14,0	14,0
Калий, %	3500 мг	5,4	5,7	5,4	6,4	6,4
Натрий, %	2000 мг	6,0	6,7	6,0	7,5	7,5
Магний, %	420 мг	7,14	7,4	4,2	7,14	7,14
Медь, %	1,0 мг	15,2	22,0	24,0	22,5	22,5
Марганец, %	2,0 мг	15	11,5	0,015	0,015	0,015
Железо, %	10 мг (мужчины)/ 18 мг (женщины)	16,0/8,8	24,0/13,3	16,0/8,8	18,0/10,0	18,0/10,0
Цинк, %	12 мг	12,5	12,5	12,5	15,0	15,0
Хлориды, %	2300 мг	4,3	4,3	4,3	6,5	6,5
Йод, %	150 мкг	13,3	14,0	15,3	13,3	13,3
Хром, %	40 мкг	19,0	22,5	37,5	27,5	27,5
Молибден, %	70 мкг	17,1	22,8	25,7	21,4	21,4
Селен, %	55 мкг	14,5	15,4	18,2	20,0	20,0
Фтор, %	4,0 мг	3,75	-	-	-	-

Согласно проведенному анализу данных, представленных на рисунке 2, общее количество минеральных веществ в смесях с повышенным содержанием энергии находится в пределах от 621,6 до 767,0 мг. При этом стоит отметить, что самый большой процент содержания в смесях у калия – до 30%, натрия до 19,5%, хлоридов до 19,5% и кальция до 17,7%. Самое низкое процентное содержание у меди, марганца, йода, хрома, молибдена – менее 1%. В 100 мл смеси содержится: кальция от 110,0 до 120,0 мг, что составляет от 11,0 до 12,4 %, фосфора содержится от 80,0 до 98,0 мг, что составляет от 11,4 до 14,0 %, калия содержится от 190,0 до 225,0 мг, что составляет от 5,4 до 6,4 %, натрия содержится от 120,0 до 150,0 мг, что составляет от 6,0 до 7,5 %, магния от 18,0 до 31,2 мг, что составляет от 4,2 до 7,4 %, меди содержится от 152,0 до 240,0 мкг, что составляет от 15,2 до 24,0 %, марганца содержится от 0,3 до 300,0 мкг, что составляет от 0,015 до 15,0 %, железа содержится от 1,6 до 2,4 мг, что составляет от 16,0 до 24,0 % для мужчин и от 8,8 до 13,3 % для женщин, цинка содержится от 1,5 до 1,8 мг, что составляет от 12,5 до 15,0 %, хлориды содержатся от 100,0 до 150,0 мг, что составляет от 4,3 до 6,5%, йод содержится от 20,0 до 23,0 мкг, что составляет от 13,3 до 15,3 %, хром содержится от 7,6 до 15,0 мкг, что составляет от 19,0 до 37,5%, молибден содержится от 12,0 до 18,0 мкг, что составляет от 17,1 до 25,7%, селен содержится от 8,0 до 11,0 мкг, что составляет от 14,5 до 20,0 % от нормы физиологической потребности взрослого человека, что представлено в таблице 1.

Выводы

Проведенные аналитические исследования позволили определить производителей и виды смесей энтерального питания повышенной энергетической ценности, представленных на отечественном рынке. Согласно проведенному анализу, был изучен химический и минеральный состав продуктов ЭП повышенной энергетической ценности и рассчитано процентное удовлетворение суточной физиологической потребности взрослого человека в минеральных веществах в расчете на 100 мл готового продукта.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование

Исследование выполнено в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания FGMF-2025-0011.

Литература:

1. Неполноценное питание // ВОЗ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (дата обращения: 03.12.2025)
2. Baiu I., Spain D.A. Enteral Nutrition. JAMA. 2019;321(20):2040. DOI: 10.1001/jama.2019.4407
3. Как развивается категория лечебного питания в России и мире. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://milknews.ru/longridy/lechebnoye-pitaniye.html> (Дата обращения: 26.01.2026)
4. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России. Вопросы питания. 2024. -Т. 93. - №1. - С. 6-21. DOI: 10.33029/0042-8833-2024-93-1-6-21
5. Кочеткова А.А. Специализированная продукция - вектор инноваций в пищевой промышленности // Молочная промышленность. 2022. - № 10. - С. 49-51.
6. Стародубова А.В. Можно ли считать здоровое питание инструментом здоровьесбережения?// Вестник Российской академии наук. 2022. - Т. 92. № 2.- С. 162-170. DOI: 10.31857/S0869587322020098
7. Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения - перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга // Микроэлементы в медицине. 2018. - Т. 19. - № 1. -С. 5-13. DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13
8. The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.espen.org> (Дата обращения: 27.01.2026)
9. Elfadil O.M., Velapati S.R., Patel J., Hurt R.T., Mundi M.S. Enteral Nutrition Therapy: Historical Perspective, Utilization, and Complications. Current Gastroenterol Reports. 2024;26(8):200-210. DOI: 10.1007/s11894-024-00934-8
10. Минушкин О.Н. Современное лечебное питание в клинической практике // Медицинский совет. 2024. -Т.18(13). - С. 9-15 DOI: 10.21518/ms2024-319
11. Фетисова А.С., Цыганкова Я.А., Колесников А.Н. Парентеральное и энтеральное питание у пациентов в критическом состоянии, вред или польза от «раннего» введения парентерального питания в отделение интенсивной терапии, основные принципы состава парентерального питания (обзор литературы) // Военная и тактическая медицина, медицина неотложных состояний. 2024. -№1(12). - С. 85-96. DOI: 10.55359/2782-3296.2024.55.98.009
12. Поцхверия М.М., Гольдфарб Ю.С., Маткевич В.А., Рык А.А.

Современные подходы к энтеральному питанию в интенсивной терапии // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2021. - №10(1). - С. 108-121. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-108-121

13. Щетинина Е.М., Кочеткова А.А., Тармаева И.Ю. Аналитическое исследование минерального состава стандартных смесей для энтерального питания. Микроэлементы в медицине. 2025. – Т. 26(4). - С. 35-40. DOI: 10.19112/2413-6174-2025-26-4-35-40.

14. Инфаприм. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infaprim.com/ru> (Дата обращения: 27.01.2026)

15. Nestle health science. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nestlehealthscience.ru> (Дата обращения: 26.01.2026)

16. Nutricia. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nutricia-medical.ru> (Дата обращения: 28.01.2026)

17. В Braun sharing expertise. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bbraun.ru/ru/products-and-therapies/product-catalog.html> (Дата обращения: 27.01.2026)

References:

1. Malnutrition. VOZ [WHO]. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (Accessed 03 December 2025) (In Russian) – Text electronic

2. Baiu I., Spain D. A. Enteral Nutrition. *JAMA*, 2019, no. 321(20), p. 2040. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1001/jama.2019.4407

3. *Kak razvivaetsya kategoriya lechebnogo pitaniya v Rossii i mire* [Development of Nutrition Therapy Category in Russia and Worldwide]. Available at: <https://milknews.ru/longridy/lechebnoye-pitaniye.html> (Accessed 26 January 2026) (In Russian) – Text electronic

4. Tutel`yan V. A., Nikityuk D. B. Key problems in the structure of food consumption and breakthrough technologies of nutrition optimization for the health protection of the Russian population. *Voprosy pitaniya* [Problems of Nutrition], 2024, vol. 93, no. 1, pp. 6-21. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.33029/0042-8833-2024-93-1-6-21

5. Kochetkova A. A. Specialized products are a vector of innovations in the food industry. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2022, no. 10, pp. 49-51. (In Russian) – Text direct

6. Starodubova A. V. Can healthy eating be considered a health-protection tool? *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of Russian Academy of Sciences], 2022, vol. 92, no. 2, pp. 162-170. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31857/S0869587322020098

7. Skal`nyy A. V. Assessment and correction of the elemental status of the population are a promising direction for domestic healthcare and environmental monitoring. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in

Medicine], 2018, vol. 19, no. 1, pp. 5-13. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13

8. *The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*. Available at: <https://www.espen.org> (Accessed 27 January 2026) (In English) – Text electronic

9. Elfadil O. M., Velapati S. R., Patel J., Hurt R. T., Mundi M. S. Enteral Nutrition Therapy: Historical Perspective, Utilization, and Complications. *Current Gastroenterology Reports*, 2024, no. 26(8), pp. 200-210. (In English) – Text electronic DOI: 10.1007/s11894-024-00934-8

10. Minushkin O. N. Modern nutrition therapy in clinical practice. *Meditsinskiy sovet* [Medical Council], 2024, vol. 18(13), pp. 9-15. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.21518/ms2024-319

11. Fetisova A. S., Tsygankova Ya. A., Kolesnikov A. N. Parenteral and enteral nutrition in critically ill patients, harm or benefit from the “early” introduction of parenteral nutrition in the intensive care unit, the basic principles of parenteral nutrition composition (a literature review). *Voennaya i takticheskaya meditsina, meditsina neotlozhnykh sostoyaniy* [Military and Tactical Medicine, Medicine of Emergency], 2024, no. 1(12), pp. 85-96. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.55359/2782-3296.2024.55.98.009

12. Potskhveriya M. M., Gol'dfarb Yu. S., Matkevich V. A., Ryk A. A. Modern approaches to enteral nutrition in intensive care. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'. Zhurnal im. N. V. Sklifosovskogo* [Russian Sklifosovsky Journal “Emergency Medical Care”], 2021, no. 10 (1), pp. 108-121. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-108-121

13. Shchetinina E. M., Kochetkova A. A., Tarmaeva I. Yu. Analytical study of the mineral composition of standard mixtures for enteral nutrition. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine], 2025, vol. 26(4), pp. 35-40. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.19112/2413-6174-2025-26-4-35-40

14. *Infaprim* [InfaPrim]. Available at: <https://infaprim.com/ru> (Accessed 27 January 2026) (In Russian) – Text electronic

15. *Nestle Health Science*. Available at: <https://www.nestlehealthscience.ru> (Accessed 26 January 2026) (In Russian) – Text electronic

16. *Nutricia*. Available at: <https://nutricia-medical.ru> (Accessed 28 January 2026) (In Russian) – Text electronic

17. *B Braun Sharing Expertise*. Available at: <https://www.bbraun.ru/ru/products-and-therapies/product-catalog.html> (Accessed 27 January 2026) (In Russian) – Text electronic

Analysis of mineral composition of enteral feeds with increased energy value

Shchetinina Elena Mikhaylovna, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail: schetinina2014@bk.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology, and Food Safety

Kochetkova Alla Alekseevna, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

e-mail: prof.kochetkova@yandex.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology, and Food Safety

Tarmaeva Inna Yur'evna, Doctor of Sciences (Medicine), Professor

e-mail: tarmaeva@ion.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology, and Food Safety

Keywords: enteral nutrition, minerals, high-energy enteral nutrition products, domestic market, protein, caloric content.

Abstract. The human body requires minerals for proper functioning, as they participate in biochemical processes and metabolic reactions. The diet of people in the postoperative period and during recovery requires special attention. A search for relevant scientific publications has been conducted in the PubMed and Russian Science Citation Index (RSCI) databases using the following keywords: "enteral nutrition", "high-energy enteral nutrition products", and "minerals". An analysis of the domestic market for enteral nutrition sold through retail chains has been carried out. Manufacturers of high-energy enteral nutrition products and their product names have been identified. A comparative analysis of the chemical and mineral composition of these products and their compliance with the physiological needs of adults has been carried out. It has been found that the protein content in high-energy enteral nutrition products ranges from 6.0 to 7.5 g, fat content falls within the range from 5.0 to 6.2 g, and carbohydrates content ranges from 18.2 to 19.3 g per 100 ml of the finished product. The total mineral content in the mixtures ranges from 621.6 to 767.0 mg.

Рефераты Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]
Табл. 3. Ил. 2. Библ. 21.

Применение биомодифицированных минеральных удобрений при возделывании столового картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве

Д.В. Демидов, АО «Апатит»

Л.С. Федотова, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»)

В.К. Чеботарь, Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ)

Application of Biomodified Mineral Fertilizers in the Cultivation of Table Potatoes on Sod-Podzolic Sandy Loam Soil

Demidov, D. V.

DDemidov@phosagro.ru

Fedotova, L. S.

ldfedotova@gmail.com

Chebotar`, V. K.

vladchebotar@arriam.ru

Ключевые слова: столовый картофель, биологизированные минеральные удобрения, эндофитные бактерии, ризосферные бактерии, фосфорные удобрения

Keywords: table potato, biologized mineral fertilizers, endophytic bacteria, rhizospheric bacteria, phosphate fertilizers

Реферат

По результатам двухлетнего полевого опыта 2022-2023 гг., установлено, что применение биокомпонентов на основе штаммов бактерий *Bacillus velezensis* BS89, *Bacillus subtilis* 8A, *Bacillus safensis* TS3 в соотношении 3:1:1 и общем количестве 100 тыс. КОЕ/г в сочетании с минеральными удобрениями имело значимый практический результат и их целесообразно вносить в почву перед посадкой картофеля с целью повышения урожайности культуры, товарности и качества продукции, а также увеличения выхода питательно-ценных компонентов и повышения устойчивости растений к болезням. В более благоприятных условиях 2023 г. биологизированные системы питания позволили получить урожайность свыше 39,5 т/га без изменения общей агротехнологии, а в условиях 2022 г. увеличить урожайность на 6,3 - 17,2 % в зависимости от формы удобрения. Внедрение биологического компонента позволило увеличить урожайность картофеля на 1,3 - 4,7 т/га или 3,3

– 17,2% соответственно, обеспечивая высокую товарность продукции в диапазоне 94,8-97,7%. Внесение биологического компонента изменило структуру урожая в лучшую сторону с увеличением количества клубней фракций 30-60 мм и более.

В вариантах с NP 12:52 наблюдалось увеличение количества клубней фракций 30-60 мм и более в сумме на 17,2-17,9%, в вариантах с NPKS 8:20:30 (2) наблюдалась тенденция увеличения суммы фракций 30 мм и более на 8-10%, а также наблюдалось выравнивание размеров и массы клубней, в вариантах с NPKS 15:15:15 (10) достоверно увеличивалось общее количество клубней на 4,4 – 5,1%. Выход сухого вещества при введении биологического компонента с 1 гектара увеличился на 9,2 – 26,0%, составив в абсолютном выражении прибавку на 0,55 – 1,33 т/га; увеличение выхода крахмала составило 0,44 – 1,01 т/га или 8,6 – 27,3%; выход витамина С при введении в систему питания биологического компонента увеличился на 5,5 – 36,4 %. Во всех вариантах опыта за 2 года содержание нитратов было значительно ниже допустимой концентрации (ПДК=250 мг/кг сырых клубней). Учитывая, что средние мировые закупочные цены на картофель в июле 2025 г. находятся на уровне 9 973 руб./т увеличение урожайности картофеля на 1,3 - 4,7 т/га обеспечивает прибыль на уровне 13 – 47 тыс. руб./га. Себестоимость биологизации системы минерального питания картофеля в опытах составила 15 тыс. руб./т, что в дозе 173 кг/га привело к дополнительным затратам в 2,6 тыс. руб./т и обеспечило дополнительную прибыль в 5 – 18 рублей на каждый затраченный рубль без изменения агротехнологии и дополнительных операций по внесению биологического компонента. Таким образом, без внедрения дополнительных технологических операций в технологии возделывания культуры введение биологического компонента потенциально может увеличить валовой сбор продукции на 3,3 – 17,2%.

Summary

According to the results of a two-year field trial carried out in 2022-2023, it has been found out that the use of biocomponents based on the bacterial strains *Bacillus velezensis* BS89, *Bacillus subtilis* 8A, and *Bacillus safensis* TS3 in a ratio of 3:1:1 and a total amount of 100,000 CFU/g in combination with mineral fertilizers has had a significant practical effect, and it is advisable to apply them to the soil before planting potatoes in order to increase crop yield, marketability, product quality, the yield of nutritionally valuable components, as well as to improve plant resistance to diseases. Under favorable conditions in 2023, biologized nutrition systems made it possible to obtain yield of over 39.5 t/ha without changing the overall agricultural technology and under the conditions in 2022 to increase

productivity by 6.3 - 17.2% due to the form of fertilizer. The introduction of the biological component has allowed to increase the potato yield by 1.3 - 4.7 t / ha or 3.3 - 17.2%, respectively, ensuring high product marketability in the range of 94.8 - 97.7%. The application of the biological component has improved the yield structure with an increase in the number of tubers of fractions of 30-60 mm and more. In variants with NP 12:52, an increase in the number of tubers of fractions of 30-60 mm and more has been observed in the amount of 17.2 - 17.9%. In variants with NPKS 8:20:30 (2), there has been a tendency to increase of the sum of fractions of 30 mm and more by 8-10%, and there has been observed the equalization of the sizes and weight of tubers too. In the variants with NPKS 15:15:15 (10), the total number of tubers has significantly increased by 4.4 - 5.1%. The dry matter yield with the application of the biological component from one hectare has increased by 9.2 - 26.0%, amounting to an absolute increase of 0.55 - 1.33 t/ha. The increase in starch yield has been 0.44 - 1.01 t/ha or 8.6 - 27.3%, and the yield of vitamin C with the introduction of the biological component into the nutrition system has increased by 5.5 - 36.4%. In all variants of experiment carried out for 2 years, nitrate content has been significantly below the permissible concentration (MPC = 250 mg/kg of raw tubers). Considering that the average global purchase price for potatoes in July 2025 was at the level of 9,973 rubles/t, an increase in potato yield by 1.3-4.7 t/ha provides a profit of 13-47 thousand rubles/ha. The cost of biologization of the mineral nutrition system for potatoes in the experiment has amounted to 15 thousand rubles/t, at a dose of 173 kg/ha, this has resulted in additional costs of 2,600 rubles/t and provided an additional profit of 5-18 rubles for every ruble spent, without changing the agricultural technology or introducing additional operations to the biological component. Thus, without introducing additional technological operations into crop cultivation, application of a biological component can potentially increase the gross yield by 3.3 - 17.2%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 2. Ил. 3. Библ. 13.

Опыт применения биологического консерванта при силосовании злаково-бобовых культур

К.А. Маслов, Ю.М. Смирнова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Experience of using a biological preservative in cereal-legume silage

Maslov, K.A

maski00@bk.ru

Smirnova, Yu.M.

julya_smirnova_35@list.ru

Ключевые слова: корма, зеленая масса, силос, консервант, органические кислоты, микотоксины.

Keywords: feeds, green mass, silage, preservative, organic acids, mycotoxins

Реферат

Целью исследования являлась оценка влияния биологического консерванта «Биотроф®2+» на качество, питательную ценность и безопасность силоса из злаково-бобовой травосмеси (60% тимopheевки, 40% люцерны). Методика включала производственный опыт в СХПК колхоз «Передовой» по закладке зеленой массы в траншею (объем 1200 т) с внесением консерванта (1 л/30 т). Консервант на основе штаммов *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus faecium* направлен на активизацию молочнокислого брожения. Образцы зеленой массы и силоса (через 50 дней) анализировали на химический состав, питательность (протеин, клетчатка, обменная энергия и др.), органолептические свойства, pH, содержание органических кислот и микотоксинов (афлатоксины B1, B2, G1, G2, охратоксин A, T-2 токсин) методом иммуноферментного анализа. Результаты показали, что применение консерванта обеспечило активное молочнокислое брожение, что подтверждается уровнем pH 4,26 и достаточно высоким удельным весом молочной кислоты (77,3%). Потери обменной энергии в силосе с момента закладки зеленой массы не превысили 8,8%, сырого протеина 2,1%. Уровни микотоксинов (афлатоксины, охратоксин A, T-2 токсин) в готовом корме не превысили допустимых норм. Полученный силос

соответствовал I классу качества. Использование консерванта «Биотроф®2+» при силосовании злаково-бобовых трав способствует эффективной ферментации, минимизации потерь питательных веществ и получению высококачественного, безопасного корма.

Summary

The research aim is to assess the effect of Biotrof®2+ biological preservative on the quality, nutritional value and safety of cereal-legume silage (60% timothy, 40% alfalfa). The methodology envisages a farming experiment at the *Peredovoy* collective farm, where the green mass has been ensilaged in a trench (1,200 tons in volume) with the addition of the preservative (1 l/30 tons). The preservative based on *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* strains, is aimed at activating lactic acid fermentation. The samples of green forage and silage (50 days later) have been analyzed for chemical composition, nutritional value (protein, fiber, metabolizable energy, etc.), organoleptic properties, pH, organic acid content, and mycotoxins (B1, B2, G1, G2 aflatoxins, A ochratoxin, T-2 toxin) by using enzyme immunoassay. The results show that the used preservative has provided active lactic acid fermentation, as confirmed by a pH level of 4.26 and a relatively high specific gravity of lactic acid (77.3%). Losses of metabolizable energy and crude protein in the silage from the moment of the green mass entry have not exceeded 8.8% and 2.1%, respectively. Mycotoxin levels (aflatoxins, A ochratoxin, T-2 toxin) in the finished feeds have not exceeded the permissible limits. The resulting silage quality corresponds to Quality Class I. The use of the Biotrof®2+ preservative in the cereal-legume silage promotes effective fermentation, minimizes nutrient loss and results in high-quality and safe feeds.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 4. Рис. 0. Библ. 14.

Гистоструктура кожи и ее связь с шерстной продуктивностью у овец кыргызского горного мериноса

С. К. Осмоналиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Кыргызский научно-исследовательский институт животноводства и пастбищ

Skin Histostructure and its Connection with Wool Production in Kyrgyz Mountain Merino Sheep

Osmonaliev, S. K.

samir.osmonaliev@gmail.com

Ключевые слова: кыргызский горный меринос, гистоструктура кожи, фолликулярный аппарат, пилярный слой, ретикулярный слой, вторичные и первичные фолликулы, шерстная продуктивность, селекция овец.

Keywords: Kyrgyz Mountain Merino, skin histostructure, follicular apparatus, papillary dermis, reticular layer, secondary and primary follicles, wool production, sheep breeding.

Реферат

В статье представлены результаты морфометрического исследования гистоструктуры кожи и анализа её взаимосвязи с показателями шерстной продуктивности у овец кыргызского горного мериноса. Целью исследования явилось морфометрическое изучение гистологического строения кожи и определение статистической взаимосвязи морфологических показателей кожи с основными признаками шерстной продуктивности. Исследования проведены на баранах-производителях, овцематках и ярках кыргызского горного мериноса, разводимых в условиях горных и предгорных зон Кыргызской Республики. Прижизненно отбирали кожные биоптаты с боковой поверхности туловища (область ребра). Определяли общую толщину кожи, толщину пилярного и ретикулярного слоёв, глубину залегания фолликулов, плотность шерстинок и отношение вторичных фолликулов к первичным. Шерстную продуктивность оценивали по длине штапеля, извитости и степени загрязнённости. Установлено наличие корреляционных связей между морфологическими показателями кожи и признаками шерстной продуктивности, что подтверждает функциональную обусловленность формирования шерстного покрова гистологическим строением кожи. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании селекционно-племенной работы в тонкорунном овцеводстве.

Summary

The article presents the results of a morphometric research of skin histostructure and an analysis of its connection with wool production in Kyrgyz Mountain Merino sheep. The aim of the research has been a morphometric study of the histological structure of the skin and determination of the statistical relationship between skin morphological parameters and key wool production traits. The study has been conducted on Kyrgyz Mountain Merino rams, ewes, and ewe lambs bred in the mountain and submontane zones of the Kyrgyz Republic. Skin biopsy samples have been taken from the body side (rib area) during the lifetime of sheep. Total skin thickness, papillary dermis and reticular layer thickness, follicle depth, woolen thread density, and the ratio of secondary follicles to primary ones have been determined. Wool production has been assessed based on staple length, crimp, and degree of contamination. Correlations between skin morphological parameters and wool production traits have been established, confirming that the histological structure of the skin plays a functional role in wool coat formation. The findings can be used to improve selection and breeding efforts in fine-wool sheep rearing.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 3. Ил. 2. Библ. 14.

Сравнительный анализ питательных свойств различных категорий сочных кормов.

П.А. Фоменко, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН)

Д.Е. Фалалеева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет

Comparative analysis of nutritional properties of different succulent feed categories

P.A. Fomenko

polinafomenko208@gmail.com

D.E. Falaleeva

dariyafalaleeva@yandex.ru

Ключевые слова: общий азот, питательная ценность, ферментация, чистая энергия лактации

Keywords: total nitrogen, nutritional value, fermentation, lactation net energy

Реферат

Ключевое значение в обеспечении сельскохозяйственных животных всеми незаменимыми органическими и минеральными соединениями имеют корма, заготовленные в пределах региональных агропромышленных предприятий. На сегодняшний день наука разработала и утвердила нормы содержания питательных элементов в рационах, предназначенных для различных видов сельскохозяйственных животных. Это подчеркивает важность систематического сбора информации о фактическом составе и питательной ценности кормов, которые производятся в местных условиях. Данное исследование было направлено на изучение энергетической ценности, протеинового и углеводного профиля, а также содержания органических кислот в сочных кормах, заготовленных в период 2024-2025 годов. Объектами исследования послужили пробы силоса и силажа из многолетних трав различного ботанического состава (бобовые, злаковые, бобово-злаковые смеси). Содержание сухого вещества варьируется от 210,71 до 249,87 г/кг в силосах, что свидетельствует об избыточной влажности. Обменная энергия в силосах варьируется в пределах от 9,92 до 10,31 МДж/кг при норме

9,6-10,1 МДж/кг, в силажах варьируется от 9,83 до 10,33 МДж/кг при норме 11,1 МДж/кг. Концентрация сырого протеина у силосов варьируется от 13,33% до 15,23%, что соответствует I–II классу качества (норма 13,0-16,0%), у силажа – от 12,42% до 14,28%, что соответствует II классу (норма 13,0-15,0%). Содержание сырой клетчатки высокое (II–III класс) и колеблется от 27,72% до 29,68%. Содержание нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК) находится в разумных пределах, без резких колебаний. Состав и питательные свойства кормов напрямую определяют эффективность животноводства и прибыль хозяйств. Научный подход к анализу кормовых ресурсов позволяет сформировать объективное представление о том, насколько эффективно они могут быть использованы в питании животных.

Summary

The feeds harvested within regional agro-industrial enterprises are of key importance in providing livestock with all essential organic and mineral compounds. Nowadays science has developed and approved standards for nutrient content in the rations intended for different farm animals. This fact emphasizes the importance of systematic collecting of information on the actual composition and nutritional value of locally produced feeds. This study is aimed at assessing the energy value, protein and carbohydrate profile, as well as organic acid amount of succulent feeds harvested in 2024-2025. The study objects are samples of silage and haylage made from perennial grasses of different botanical compositions (legumes, cereals, and legume-cereal mixtures). The dry matter content in the silages ranges from 210.71 to 249.87 g/kg, indicating excess moisture. The metabolic energy in silages varies between 9.92 and 10.31 MJ/kg compared to the standard of 9.6-10.1 MJ/kg, in haylages it varies from 9.83 to 10.33 MJ/kg compared to the standard of 11.1 MJ/kg. The crude protein concentration in silages varies from 13.33% to 15.23%, which corresponds to Quality Class I-II (the standard is 13.0-16.0%), in haylages – from 12.42% to 14.28%, which corresponds to Class II (the standard is 13.0-15.0%). The crude fiber content is high (Class II-III) and ranges from 27.72% to 29.68%. The content of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) is within reasonable limits, without sharp fluctuations. The composition and nutritional properties of feeds directly determine the efficiency of livestock farming and farm profits. A scientific approach to analyzing feed resources allows for having an objective understanding of the ways they can be effectively used in animal nutrition.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 3. Рис.4. Библ. 19.

Оценка зоотехнической и экономической эффективности применения добавки «Клювер Про+» в кормлении ремонтных телок

О.В. Белозерова, В.А. Бильков. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

С.В. Субботин, Сельскохозяйственный производственный кооператив (колхоз) «Племзавод Пригородный»

Evaluation of the zootechnical and economic effectiveness of using the Kluver Pro+ supplement in feeding replacement heifers

Belozerova, O.V.

79210697429@yandex.ru

Subbotin, S.V.

subbotinsergey.35@yandex.ru

Bil'kov, V.A.

vab1725@yandex.ru

Ключевые слова: ремонтные телки, рацион, добавка «Клювер Про+», бактериальное сообщество рубца, рост и развитие, уровень рентабельности

Keywords: replacement heifers, ration, Kluver Pro+ supplement, rumen bacterial community, growth and development, profitability level

Реферат

В статье обсуждены результаты комплексного исследования по применению кормовой добавки «Клювер Про+» на основе живых молочных дрожжей *Kluuveromyces marxianus* в рационах ремонтных телок голштинской породы. Дана оценка зоотехнической и экономической эффективности использования пробиотика в кормлении животных молочного и переходного периодов выращивания. Научно-хозяйственный опыт проведен продолжительностью шесть месяцев на трех группах телок по 14 голов в каждой. На фоне основного рациона в контрольной группе телкам 1 и 2 опытных групп скармливали дополнительно по 4 и 8 г/гол/сут. «Клювер Про+». Установлено, что включение в рационы растущих животных дрожжевого пробиотика позволило улучшить поедаемость кормовых смесей, достоверно увеличить коэффициенты переваримости сухого и органического вещества, сырого протеина и

сырой клетчатки, численность инфузорий рубца, исключить заселение его патогенными бактериями. Абсолютный прирост живой массы за время опыта в среднем по контрольной группе составил 141,5 кг, а по 1 и 2 опытным – 151,0 и 158,9 кг, что больше на 6,7 и 12,3 %. По итогам эксперимента выявлено, что под влиянием изучаемой добавки увеличились среднесуточные приросты племенных телок с 786 до 839 и 882 г, и улучшились экстерьерные показатели животных по косой длине туловища, высоте в холке, ширине и глубине груди. На основании анализа зоотехнических и экономических параметров наиболее эффективной следует считать дозировку «Клювер Про+» в количестве 8 г/гол/сут., при которой получен наибольший прирост живой массы животных и уровень рентабельности его производства увеличен до 15,6 %.

Summary

The article presents the results of a comprehensive study on the use of the Kluver Pro+ feed supplement based on live *Kluyveromyces marxianus* milk yeast in the rations of Holstein replacement heifers. The work gives an assessment of the zootechnical and economic efficiency of probiotics used in feeding dairy and transitional growing animals. A six-month scientific and economic experiment has been conducted on three groups of heifers, 14 heads each. In addition to the basic ration in the control group, 4 and 8 g / head / day of Kluver Pro+ supplement have been additionally fed to heifers in Groups 1 and 2. It has been found that the addition of the yeast probiotics in the rations of growing animals has improved the digestibility of feed mixtures, significantly increased the digestibility coefficients of dry and organic matter, crude protein and crude fiber, the number of rumen ciliates, and prevented the colonization of the rumen by pathogenic bacteria. The absolute live weight gain during the experiment has averaged 141.5 kg for the control group, while in experimental groups 1 and 2, it has been 151.0 and 158.9 kg, respectively, with an increase of 6.7 and 12.3%. The experiment has revealed that the supplement under study has increased the average daily weight gain of breeding heifers from 786 to 839 and 882 g, respectively, and improved the animals' conformation parameters, including oblique body length, height at the withers, and chest width and depth. Based on the analysis of zootechnical and economic parameters, the Kluver Pro+ dosage of 8 g/head/day should be considered as the most effective one, achieving the highest live weight gain and increasing the production profitability to 15.6%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 1. Ил. 4. Библ. 21.

Первичные результаты изучения биотехнологического потенциала эпифитных бактерий, выделенных из *Anthriscus sylvestris*

М.М. Кузнецова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Initial Results of a Study of the Biotechnological Potential of Epiphytic Bacteria Isolated from *Anthriscus Sylvestris*

Kuznetsova, M. M.

137lidia@gmail.com

Ключевые слова: купырь лесной, микробиом, стимуляция роста, фосфор, азот, ИУК.

Keywords: wild chervil, microbiome, growth stimulation, phosphorus, nitrogen, indoleacetic acid.

Реферат

Объект исследований: купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), из которого в ходе работы были извлечены бактерии в лабораторных условиях. Цель исследования – выявление перспективных штаммов бактерий для агропроизводства в условиях Нечерноземной зоны России. В рамках работы в 2025 году был проведен выезд в луговое сообщество с зарослями *A. sylvestris* в окрестности д. Мухино (Ягановское сельское поселение, Череповецкий округ, Вологодская область). Собраны растительные образцы различных органов данного вида и в лаборатории, выделено 27 бактериальных изолятов (13 изолятов из ризосферы и 14 из филосферы). Оценивались следующие свойства штаммов: способность синтезировать ИУК, фиксировать молекулярный азот, трансформировать фосфаты в доступную для растений форму, проявлять целлюлозо-, протео- и амилолитическую активности, способность подавлять развитие фитопатогенных организмов (родов *Fusarium*, *Trichoderma*, *Erwinia*, *Pseudomonas*). Среди 27 бактериальных изолятов выделенных из ризо- и филосферы 93% обнаруживали способность синтезировать индолы. Способностью фиксировать молекулярный азот обладали 70% и 30% – трансформировать фосфаты. Единовременно способностями к трансформации фосфатов, фиксации молекулярного азота и синтезу ИУК обладали 26% изолятов (7 шт.). Оценка ферментативной активности показала, что среди выделенных в ходе работы изолятов, 74% (20 шт.) проявляли целлюлозолитическую, 89% (24 шт.) – амилолитиче-

скую активность. Не обнаружено ни одного штамма способного к сразу трем активностям, так как способностью к двум активностям обладают 19 изолятов. Результаты по изучению антагонизма в отношении рода *Trichoderma* показали наибольшую эффективность изолятов КФ-01-25 и КР-04-25, в отношении рода *Fusarium* – КР-04-25, а в отношении рода *Erwinia* – КФ-10-25. Наиболее перспективными изолятами с биотехнологическим потенциалом для роста и развития растений можно выделить следующие – КФ-01-25, КФ-05-25, КФ-14-25, КР-03-25 и КР-08-25, а для защиты растений от фитопатогенных организмов – КФ-01-25, КР-04-25 и КФ-10-25.

Summary

The object of the research is a wild chevil (*Anthriscus sylvestris*) from which bacteria have been extracted in laboratory conditions. The purpose of the study is to identify promising bacterial strains for agricultural production in the Non-Chernozem Zone of Russia. In 2025, as part of the work, a field trip was conducted to a meadow with *A. sylvestris* thickets in the vicinity of the village of Mukhino (Yaganovo Rural Settlement, Cherepovets District, Vologda Region). Plant samples of various organs of the species have been collected and 27 bacterial isolates (13 isolates from the rhizosphere and 14 ones from the phyllosphere) have been isolated in the laboratory. The following properties of the strains have been evaluated: the ability to synthesize IAA (indoleacetic acid), fix molecular nitrogen, transform phosphates into a form accessible to plants, exhibit cellulose, protein, and amylolytic activity, and inhibit the development of phytopathogenic organisms (genera *Fusarium*, *Trichoderma*, *Erwinia*, and *Pseudomonas*). Among 27 bacterial isolates isolated from the rhizosphere and phyllosphere, 93% have shown the ability to synthesize indoles. 70% have had the ability to fix molecular nitrogen and 30% to transform phosphates. At the same time, 26% of isolates (7 pcs.) have possessed the ability to transform phosphates, fix molecular nitrogen, and synthesize IAA. The assessment of enzymatic activity has shown that among the isolates isolated during the work, 74% (20 pcs.) exhibit cellulolytic activity and 89% (24 pcs.) – amylolytic one. No strain capable of three activities at once has been found, while 19 isolates have possessed the ability to perform two activities. According to the results of the study of antagonism isolates KF-01-25 and KR-04-25 have had the greatest effectiveness in relation to the genus *Trichoderma*, in relation to the genus *Fusarium* it has been KR-04-25, and in relation to the genus *Erwinia* it has been KF-10-25. The most promising isolates with biotechnological potential for plant growth and development are the following: KF-01-25, KF-05-25, KF-14-25, KR-03-25 and KR-08-25, and for plant protection from phytopathogenic organisms – KF-01-25, KR-04-25 and KF-10-25.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 1. Ил. 5. Библ. 11.

Роль современных технологии нестационарного хранения в производстве растениеводческой продукции

А.В. Новикова, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных»

Role of Modern Non-Stationary Technologies in Crop Production

Novikova, A.V.

novikova-av@ARRIAH.RU

Ключевые слова: зерно, кукуруза, нестационарный способ хранения, нарушение герметичности, консерванты, агробег, микотоксины, показатели безопасности

Keywords: corn, grain, non-stationary storage method, breach of tightness, preservatives, agrobag, mycotoxins, safety indicators

Реферат

Целью данного исследования было проведение мониторинга микотоксинов в зерне кукурузы в процессе хранения в полимерных рукавах, оценка условий их герметичности для определения влияния полевого хранения на основные показатели безопасности зерна, оценка значения исходной влажности зерна на процесс накопления микотоксинов. Исследования проводились хроматографическим методом в испытательной научно методической ветеринарной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» в г. Москва. Объекты исследований – зерно кукурузы, урожай 2024-2025 гг. с разными биохимическими показателями. Выборка продукции осуществлялась из 4-х полимерных рукавов (условные склады) зерновым пробоотборником. Полевые наблюдения установили, что полимерные рукава не обеспечивают полную герметичность зерновой массы на протяжении всего периода хранения, повреждения послужили местами доступа кислорода и осадков. Восстановление герметичности полимерных рукавов осуществлялось сразу после обнаружения повреждений. Лабораторные исследования определили группу микотоксинов, встречающихся в пробах зерна: Зеараленон, Фумонизин (сумма), Дезоксиниваленол, Т-2 токсин, все значения не превысили установленные нормы. Представлены фотографии производственных площадок и процесс растаривания полимерных рукавов с обозначением критических точек полевого хранения. Таким образом, можно сделать выводы о допустимости длительного хранения зерна

кукурузы в полевых условиях по средствам полимерных рукавов, но с повышенным контролем их целостности.

Summary

The aim of this study is to monitor mycotoxins in corn grain stored in polymer sleeves and evaluate their tightness to determine the effect of field storage on key grain safety indicators. The work also assesses the role of initial grain moisture on mycotoxin accumulation. The studies have been conducted using chromatography method in the scientific and methodological veterinary testing laboratory of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry in Moscow. The study subjects are corn grain from the 2024-2025 harvest with different biochemical parameters. The samples were collected from four polymer sleeves (simulated warehouses) using a grain sampler. The field observations have revealed that the polymer sleeves do not provide complete tightness of the grain mass throughout the entire storage period; damaged points served as entry area for oxygen and precipitation. The tightness of the polymer sleeves has been restored immediately after damage detection. The laboratory tests have identified a group of mycotoxins in grain samples, that is zearalenone, fumonisin (total), deoxynivalenol, and T-2 toxin. All values have been within the established limits. The work provides photographs of production sites and the process of unpacking polymer sleeves, with critical points of field storage identified. Thus, it can be concluded that long-term storage of corn grain in the field using polymer sleeves is acceptable, but with increased monitoring of their hermetic state.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 7. Ил. 3. Библ. 28.

Комплексное совершенствование молочно-товарного скотоводства

М.В. Базылев, Е.А. Левкин, А.Р. Ханчина, В.В. Линьков УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Comprehensive Improvement of Commercial Dairy Cattle Breeding

Bazylev, M. V.

mibazylev@yandex.ru

Levkin, E. A.

onegin117@mail.ru

Khanchina, A. R.

mibazylev@yandex.ru

Lin`kov, V. V.

linkovvitebsk@mail.ru

Ключевые слова: молочное скотоводство, госстатистика, совершенствование производства, экономическая эффективность.

Keywords: dairy cattle breeding, government statistics, rationalization of production, economic efficiency.

Реферат

Цель и задачи исследований. Основная цель исследований заключалась в проведении анализа данных государственной статистики по Брестскому региону, связанного с осуществлением инновационных подходов совершенствования молочно-товарного скотоводства области, а также – анализе поступательного производственно-экономического развития лучших скотоводческих крупнотоварных агрохозяйств Брестчины. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: производилось изучение производственно-экономических показателей молочно-товарного скотоводства Брестского региона и отдельных (авангардных) сельскохозяйственных специализированных организаций, осуществлялся комплексный анализ полученных данных и их интерпретация. В этой связи представленные на обсуждение результаты исследований по комплексному совершенствованию молочно-товарного скотоводства являются актуальными, заслуживающими должного внимания отраслевых специалистов животноводческой отрасли производства, а также – руководителей крупнотоварных,

специализированных сельскохозяйственных предприятий. Результатами исследований установлено, что рассмотренные позиции комплексного совершенствования молочно-товарного скотоводства Брестской области имеют значительный скрытый потенциал, реализация которого позволит еще больше увеличить продуктивность животных и добиться больших значений производственно-экономической эффективности получаемого молока. При этом среди основных направлений развития скотоводческой отрасли региона особенно выделяются следующие: масштабирование опыта лучших агрохозяйств; осуществление тщательного анализа и составления бизнес-планов развития крупнотоварного производства в целом; внедрение инвестиционных проектов, направленных на совершенствование молочно-товарного скотоводства; выполнение технологических регламентов производства молока.

Summary

The primary objective of the research has been to analyze government statistics data for the Brest Region related to the implementation of innovative approaches to improving dairy cattle breeding in the region, as well as to analyze the progressive production and economic development of the best large-scale cattle farms in the Brest Region. To achieve the goal, the following tasks have been completed: a study of the production and economic indicators of dairy cattle breeding in the Brest Region and individual (advanced) specialized agricultural organizations, as well as a comprehensive analysis of the obtained data and their interpretation. The results of the research on the comprehensive improvement of commercial dairy cattle breeding are highly relevant and deserve attention from specialists in the livestock production sector, as well as from heads of large specialized agricultural enterprises. The research findings have revealed that the areas of comprehensive improvement in dairy cattle breeding in the Brest Region have significant latent potential, the implementation of which will further increase animal productivity and achieve greater milk production and economic efficiency. Among the key areas for the development of the region's livestock industry, the following ones stand out: scaling up the experience of the best agricultural enterprises, conducting a thorough analysis and drafting business plans for the development of large-scale production as a whole, implementing investment projects aimed at improving commercial dairy cattle breeding, and complying with technology regulations for milk production.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 2. Рис. 2. Библ. 13.

Сравнительная оценка качества зерносенажа на основе вико-овсяной смеси и пшеницы в условиях Вологодской области

Е.В. Богатырёва, П. А. Фоменко. Е. А. Третьяков Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Н.А. Щекутьева. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Comparative quality assessment of the grain silage based on vetch-oat mixture and wheat in the Vologda region

Bogatyreva, E. V.

bogatyreva35@mail.ru

Fomenko, P. A.

polinafomenko208@gmail.com

Tret'yakov, E. A.

evgen-tretyakov@yandex.ru

Shchekut'eva, N. A.

natasha_k.08@mail.ru

Ключевые слова: зерносенаж, вика, овес, пшеница, кормовая ценность, качество, питательные вещества.

Keywords: grain silage, vetch, oats, wheat, feed value, quality, nutrients

Реферат

Статья посвящена сравнительному лабораторному исследованию зерносенажа, полученного из вико-овсяной смеси, и зерносенажа из пшеницы, с представлением полученных результатов. Оценка качества проводилась путем сопоставления фактических показателей с требованиями ГОСТ Р 58145-2018, а также определением класса качества корма. Исследование проводилось с использованием стандартных лабораторных методов анализа на питательную ценность, усвояемость и содержание основных компонентов. Исследования показали, что влажность образцов находится в пределах 50-54%, что является приемлемым для хранения. Содержание сухого вещества в обоих типах кормов превышает нормативные значения более чем на 10%, что свидетельствует о хорошем качестве. Вико-овсяной зерносенаж продемонстрировал более высокое содержание сырого

протеина (10,71%) по сравнению с пшеницей (9,25%), сохраняя при этом оптимальные уровни клетчатки и золы. Также выявлены различия в содержании усваиваемого протеина, НДК, КДК, каротина и макроэлементов. Кормовая ценность зерносенажа из вико-овсяной смеси была выше в сравнении с пшеницей, что подтверждается показателями кормовых единиц (0,63 кг) и обменной энергии (8,84 МДж/кг). Однако оба корма имеют отрицательные значения RNB, указывающие на недостаток азота. В заключение, вико-овсяный зерносенаж соответствует I классу качества, а зерносенаж из пшеницы был отнесён ко II классу.

Summary

This article is devoted to a comparative laboratory study of grain silage produced from a vetch-oat mixture and wheat grain silage, presenting the results. Their quality has been assessed as a result of comparing actual indicators with the requirements of GOST R (State Standard Russia) 58145-2018, as well as determining the feed quality class. The study used standard laboratory methods for analyzing nutritional value, digestibility, and the content of major components. As it follows from the study, the moisture content in the samples has been within 50-54%, which is acceptable for storage. The dry matter content in both feed types have exceeded the standard values by more than 10%, indicating good quality. The vetch-oat grain silage has demonstrated a higher crude protein content (10.71%) compared to wheat (9.25%), while maintaining optimal fiber and ash levels. There have also been differences in digestible protein, NDF, ADF, carotene, and macronutrient content. The feed value of grain silage made from the vetch-oat mixture has been higher than that of wheat, as evidenced by feed unit values (0.63 kg) and metabolizable energy (8.84 MJ/kg). However, both feeds have had negative RNB values, indicating nitrogen deficiency. In conclusion, vetch-oat grain silage has corresponded to Quality Class I, while wheat grain silage has been classified as Quality Class II.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

с.Табл. 3. Ил. 0. Библ. 20.ъ

Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров симментальской породы отечественной и немецкой селекции в динамике лактаций

Е.И. Анисимова, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»,

Л.В. Кононова, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,

О.В. Сычева Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Milk yield and reproductive capacity of Simmental cows of domestic and German breedings in their lactation dynamics

Anisimova, E.I.

anisimova_science@mail.ru

Kononova, L.V.

kononova-lidij@mail.ru

Sycheva, O.V.

olga-sycheva@mail.ru

Ключевые слова: симментальская, селекция, продуктивность, воспроизводительная способность, коэффициент молочности

Keywords: Simmental, selection, productivity, reproductive capacity, milk yield coefficient

Реферат

Целью настоящей работы являлось проведение сравнительного анализа хозяйственно-полезных признаков коров-первотелок симментальской породы отечественной (линия Флориана) и немецкой (линия Редад) селекции в условиях Саратовской области с оценкой продуктивности по комплексу лактаций. Объект исследования чистопородные коровы-первотелки симментальской породы, распределённые в соответствии с линейной принадлежностью. *Результаты исследования.* На основании оценки продуктивности и воспроизводительных качеств по первой, второй, третьей и наивысшей лактациям установлено, что животные немецкой селекции достоверно превосходят сверстниц отечественного происхождения по удою на 5,2-11,8% ($P \geq 0,95-0,999$), количеству молочного жира и

белка за все оцениваемые лактации, а также характеризуются более высокими коэффициентами молочности (на 0,09-0,69 ед.). При этом воспроизводительные качества животных обеих групп находились в пределах физиологической нормы. Выводы. Подтверждено, что использование импортных производителей симментальской породы является эффективным методом повышения молочной продуктивности при сохранении адаптационного потенциала, однако требует контроля за воспроизводительной функцией и качественными показателями молока.

Summary

The purpose of this work is to carry out a comparative analysis of economically useful traits of first-calf Simmental cows of domestic (Floriana line) and German (Redad line) breedings in the conditions of the Saratov region, to assess their productivity based on a complex of lactations. The object of the study is purebred first-calf Simmental cows, grouped according to their line affiliation. The results of the study. The assessment of productivity and reproductive qualities in the first, second, third, and highest lactations, has shown that German-bred animals outperform their domestic counterparts significantly in terms of milk yield by 5.2-11.8% ($P \geq 0.95-0.999$), milk fat and protein content in all evaluated lactations, and have higher milk production coefficients (by 0.09-0.69 units). However, the reproductive qualities of the animals in the both groups have been within the physiological range. **Conclusions.** The study proves that the use of imported Simmental cattle is an effective method for increasing milk yield and maintaining their adaptive potential. Nevertheless, the reproductive performance and milk quality are to be under control.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 5. Библ. 16.

Органоминеральные комплексы как фактор повышения эффективности питания и качественных показателей сои в условиях северного Афганистана

Нури Мохаммад Наим, О.А. Жарких, И.И. Дмитревская, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

К.А. Усова Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Organic and mineral complexes as a factor in increasing the nutritional efficiency and quality indicators of soybeans in the conditions of northern Afghanistan

Nuri, M. N.

naimnoori111@mail.ru

Zharkikh, O. A.

o.a.zharkikh@rgau-msha.ru

Dmitrevskaya, I. I.

i.dmitrevskaya@rgau-msha.ru

Usova K. A.

kseniyausuva@mail.ru

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, ОМК, урожайность, качество продукции, Афганистан.

Keywords: soybeans, mineral fertilizers, organic and mineral complexes, yield, product quality, Afghanistan

Реферат

Представлены результаты двухлетних полевых экспериментов (2024–2025 гг.) по изучению влияния минеральных удобрений и органо-минерального комплекса (ОМК) на основе гуминовых и фульвовых кислот на урожайность и качество продукции сои сорта Stine 3400 в условиях Афганистана провинции Фарьяб. Установлено, что совместное применение минеральных удобрений в дозе N40P80K40 и органо-минерального комплекса (ОМК) обеспечивало максимальную урожайность семян 2,26 т/га и соломы 4,76 т/га, превышая значения контрольного варианта на 51,2% и на 46,2% соответственно. В среднем за два года исследований в варианте N40P80K40+ОМК были самые высокие био-

химические показатели семян: протеина 36,04% и жира 25,29%. Анализ вегетативных частей растений сои показал, что применение минеральных удобрений в дозе N₄₀P₈₀K₄₀ и ОМК влияло на увеличение содержание клетчатки, протеина, жира и золы в стеблях, листьях и створках бобов.

Summary

The article presents the results of two-year field experiments (2024–2025) on the effect of mineral fertilizers as well as an organic and mineral complex based on humic and fulvic acids on the soybean yield and quality of the Stine 3400 variety in the Faryab province of Afghanistan. It has been found that the combined use of mineral fertilizers at a dose of N₄₀P₈₀K₄₀ and an organic and mineral complex provides a maximum seed yield of 2.26 t/ha and a straw yield of 4.76 t/ha, exceeding the values of the control variant by 51.2% and 46.2%, respectively. On average over two years of research, in the N₄₀P₈₀K₄₀ + an organic and mineral complex variant has had the highest biochemical seed: 36.04% protein and 25.29% fat. The analysis of vegetative parts of soybean plants has showed that the use of mineral fertilizers at a dose of N₄₀P₈₀K₄₀ and an organic and mineral complex increases the content of fiber, protein, fat and ash in the stems, leaves and bean valves.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Ил. 7. Библ. 11.

Протеомные аспекты созревания твердых и мягких сыров

О.В. Лепилкина, А.И. Григорьева, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал ФГБНУ ФНЦ «Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Proteomic Aspects of Hard and Soft Cheese Ripening

Lepilkina, O.V.

ov.lepilkina@fncps.ru

Grigor'eva, A.I.

a.grigoriyeva@fncps.ru

Ключевые слова: твердые сыры, мягкие сыры, созревание, протеолиз, пептидные фракции, молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение.

Keywords: hard cheeses, soft cheeses, ripening, proteolysis, peptide fractions, molecular weight, molecular weight distribution

Реферат

Приведены результаты сравнительных исследований протеолитических процессов в твердых (Пармезан, Кальвет) и мягких (Славянский, Брынза) сырах. Методом эксклюзионной хроматографии установлено молекулярно-массовое распределение пептидных фракций водорастворимых экстрактов сыров, позволяющее объективно оценивать глубину и направленность протеолиза. Выявлены принципиальные различия в динамике протеолиза между исследуемыми группами сыров. В **твердых сырах** процесс носит пролонгированный и нелинейный характер. В Пармезане к 12 месяцам созревания доля низкомолекулярных пептидов и аминокислот (<2 кДа) достигает 80% от общего пула при полном отсутствии пептидов в диапазоне молекулярных масс 3,5–15 кДа, что свидетельствует о доминировании вторичного протеолиза, катализируемого ферментами заквасочной микрофлоры. В сыре Кальвет наблюдалось динамическое равновесие первичного и вторичного протеолиза в первые 3 месяца созревания с последующим преобладанием распада среднемолекулярных пептидов. В **мягком сыре** Славянский, технология которого не предусматривает созревания, протеолиз активно протекал в процессе краткосрочного хранения. За 6 суток зафиксировано перераспределение фракций с преобладанием первичного протеолиза. В сыре Брынза выявлен двухфазный процесс: в период посолки в течение 5 суток первичный протеолиз сопровождался

временной агрегацией пептидов под действием хлорида натрия; при хранении свыше 10 суток активизировался вторичный протеолиз с двукратным ростом низкомолекулярной фракции (<2 кДа). Установлено, что фоновое распределение пептидных фракций в свежих сырах обоих типов идентично, что позволяет рассматривать его как исходный уровень, от которого начинаются технологически обусловленные изменения. Результаты исследования имеют практическое значение для прогнозирования сроков годности, оптимизации технологических режимов созревания и разработки объективных критериев оценки качества сыров различных видовых групп.

Summary

The article presents the results of a comparative study of proteolytic processes in hard (Parmesan, Calvet) and soft (Slavyanskiy, Brynza) cheeses. The size-exclusion chromatography method has made it possible to determine the molecular weight distribution of peptide fractions of water-soluble cheese extracts providing an objective assessment of the depth and direction of proteolysis. The authors have revealed fundamental differences in proteolysis dynamics between the cheese groups under study. In hard cheeses, the process is prolonged and nonlinear. In Parmesan, by the 12th month of ripening, the proportion of low-molecular peptides and amino acids (<2 kDa) have reached 80% of the total pool with a complete absence of peptides in the molecular weight range of 3.5–15 kDa, indicating the dominance of secondary proteolysis catalyzed by enzymes of the starter microflora. In Calvet cheese, there has been a dynamic equilibrium of primary and secondary proteolysis during the first 3 months of ripening, followed by a predominance of the breakdown of medium-molecular peptides. In Slavyanskiy soft cheese, (its manufacturing technology does not involve ripening) there has been an active proteolysis during short-term storage. Over a 6-day period, a redistribution of fractions has been observed, with primary proteolysis predominating. In Brynza cheese, a two-phase process has been observed: during the 5-day salting period, primary proteolysis has been accompanied by temporary peptide aggregation under the effect of sodium chloride; after storage for over 10 days, secondary proteolysis has activated, with a twofold increase in the low-molecular fraction (<2 kDa). It has been established that the background distribution of peptide fractions in both types of fresh cheeses is identical, allowing it to be considered as the initial level from which technologically conditioned changes begin. The study results have practical significance for predicting shelf life, optimizing technological ripening modes, and developing objective criteria for assessing the quality of cheeses of various species groups.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 1. Рис. 0. Библ. 16.

Инновационные технологии и тенденции развития молочной промышленности: автоматизация, биотехнологии и мембранные методы переработки сырья

В. С. Усков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

З. И. Борисов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Innovative Technologies and Development Trends in the Dairy Industry: Automation, Biotechnology, and Membrane Methods of Raw Material Processing

Uskov, V. S.

v-uskov@mail.ru

Borisov, Z. I.

zakhar.2026@bk.ru

Ключевые слова: молочная продукция, инновации, автоматизация процессов производства, безопасность продуктов, биотехнологии, обратный осмос, нанотехнологии.

Keywords: dairy products, innovations, automation of production processes, food security, biotechnology, reverse osmosis, nanotechnology.

Реферат

Статья посвящена всестороннему анализу современных технологий и инновационных решений в области переработки молока и производства молочной продукции. Исследование направлено на выявление ключевых тенденций, определяющих экономическую эффективность, качество и экологическую безопасность готовых пищевых товаров в условиях глобальных технологических вызовов. В работе подробно рассмотрены процессы автоматизации производственных линий, внедрение современных баромембранных методов фильтрации (обратного осмоса) для глубокой переработки вторичного сырья, использование ферментных препаратов и систем искусственного интеллекта. На основе статистических данных и актуального научно-литературного обзора предложены перспективные направления модернизации производственных цепочек предприятий молочной отрасли.

Summary

This article provides a comprehensive analysis of modern technologies and innovative solutions in milk processing and dairy production. The study aims to identify key trends that determine the economic efficiency, quality, and environmental safety of finished food products in the face of global technological challenges. The paper examines in detail the automation of production lines, the implementation of modern baromembrane filtration methods (reverse osmosis) for the advanced processing of secondary raw materials, and the use of enzyme preparations and artificial intelligence systems. Promising areas for modernization of production chains in the dairy industry based on statistical data and a current scientific review have been proposed.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

Табл. 2. Ил. 2. Библ. 34.

Сравнительный анализ непрерывного и периодического режимов работы электродиализной установки

В.Б. Шевчук, Е.А. Фиалкова, Е.В. Славоросова, Ю.В. Виноградова, О.Н. Голденшлях, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Comparative Analysis of Continuous and Batch Operating Modes of an Electrodialysis Plant

Shevchuk, V. B.

vshevchuk@list.ru

Fialkova, E. A.

fialkova_ea@mail.ru

Slavorosova, E. V.

s3009e@mail.ru

Vinogradova, Yu. V.

vinogradka85@mail.ru

Goldenshlach, O. N.

goldenshlach1967@yandex.ru

Ключевые слова: электродиализ, мембранные технологии, периодический режим, непрерывный режим, молочная сыворотка.

Keywords: electrodialysis, membrane technologies, batch operating mode, continuous operating mode, milk whey.

Реферат

Разработаны рекомендации по выбору оптимального режима электродиализной деминерализации молочной сыворотки, основанные на сравнении периодического и непрерывного режимов по показателям производительности, затрат и долговечности мембран. Методология включала теоретическое моделирование, математический и графический анализ, оценку технологических и экономических аспектов. Показано преимущество периодического режима при глубоких уровнях деминерализации и эффективность непрерывного режима при умеренных значениях за счет увеличения температуры. Учтены негативные последствия повышенного износа мембран при высоких температурах. Исследован процесс электродиализной деминерализации молочных и сывороточных пермеатов путем сравнения периодического и непрерывного режимов работы установки. Оценивались показатели производительности, энергозатрат, влияния на долговечность мембран. Установлено, что периодический режим характеризуется значительно

большей производительностью по сравнению с непрерывным при высоком уровне деминерализации (выше 70%). Однако эффективность обоих режимов снижается с увеличением степени очистки. Расчеты показывают, что при переходе от 50-ти % уровня деминерализации к 90%, производительность периодического режима уменьшается в 3,35 раза, а непрерывного — в 9 раз. Температура выступает ключевым фактором для улучшения показателей непрерывного режима: повышение с 15°C до 40°C позволяет увеличить производительность в 1,5 раза. Вместе с тем, работа при повышенной температуре ускоряет износ мембран вследствие усиленного осаждения кальция и магния. Оптимальным решением является выбор периода остановок для восстановления свойств мембран, обеспечивающего баланс между производительностью и сроком службы оборудования.

Summary

Recommendations have been developed for selecting the optimal operating mode of electrodialysis demineralization of milk whey based on a comparison between batch and continuous operating modes in terms of productivity, costs, and membrane durability. The methodology has included theoretical modeling, mathematical and graphical analysis, as well as evaluation of technological and economic aspects. It has been found that the batch operating mode has an advantage at deep levels of demineralization, while the continuous operating one is more efficient at moderate values due to the increase in temperature. Negative consequences of excessive membrane wear at high temperatures have been taken into account. The process of electrodialytic demineralization of milk and whey permeates has been investigated by comparing batch and continuous operating modes of the plant. Productivity, energy consumption, and the impact on membrane longevity have been assessed. It has been found that the batch operating mode exhibits significantly higher productivity compared to the continuous one when the level of demineralization exceeds 70%. However, the efficiency of both regimes decreases with increasing degree of purification. Calculations show that when moving from a 50% demineralization level to a 90% one, the productivity of the batch operating mode has decreased by 3.35 times, and of the continuous one – by 9 times. Temperature plays a key role in improving performance metrics for the continuous operating mode: its raising from 15°C to 40°C allows increasing productivity by 1.5 times. Along with this, operating at elevated temperatures accelerates membrane wear due to increased deposition of calcium and magnesium. The optimal solution is to select a shutdown period to restore membrane properties that ensures a balance between performance and equipment service life.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 2 (62)]

с.

Табл. 1. Ил. 2. Библ. 17.

Анализ минерального состава смесей для энтерального питания повышенной энергетической ценности

Е. М. Щетинина, А. А. Кочеткова, И. Ю. Тармаева Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи

Analysis of Mineral Composition of Enteral Feeds with Increased Energy Value

Shchetinina, E. M.

schetinina2014@bk.ru

Kochetkova, A. A.

kochetkova@ion.ru

Tarmaeva, I. Yu.

tarmaeva@ion.ru

Ключевые слова: энтеральное питание, минеральные вещества, продукты энтерального питания повышенной энергии, отечественный рынок, белок, калорийность.

Keywords: enteral nutrition, minerals, high-energy enteral nutrition products, domestic market, protein, caloric content.

Реферат

Для правильного функционирования организму человека необходимы минеральные вещества, так как они участвуют в биохимических процессах и метаболических реакциях. Особого внимания требует рацион питания людей, которые находятся в послеоперационном периоде и восстановлении. К числу ключевых тенденций развития рынка энтерального питания относятся растущие акценты на персонализированные решения, то есть разработка и производство продуктов для питания пациентов с различными заболеваниями: послеоперационный период, онкология, заболевания желудочно-кишечного тракта, легких, почек и т.д. Целью данных исследований являлось изучение минерального состава продуктов энтерального питания повышенной энергетической ценности, представленных на отечественном рынке. Исследование выполнено в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания. Поиск тематических научных публикаций осуществлялся по базам данных PubMed и Russian Science Citation Index (RSCI) по ключевому словосочетанию, «энтеральное питание, продукты энтерального питания повышенной энергии, минеральные вещества». Проведен анализ отечественного рынка энтерального питания

повышенной энергетической ценности, которое представляет собой специализированные смеси лечебного питания, предназначенные для пациентов с высокими потребностями в белке и энергии при различных заболеваниях, когда обычный прием пищи невозможен или ограничен, реализуемого через торговые сети. Установлены производители ЭП повышенной энергетической ценности и наименование продуктов. Проведен сравнительный анализ химического и минерального составов данных продуктов, и их соответствия нормам физиологической потребности взрослого человека. Установлено, что количество белка в продуктах ЭП повышенной энергетической ценности находится в пределах от 6,0 до 7,5 г, жира - от 5,0 до 6,2 г, углеводов - от 18,2 до 19,3 г на 100 мл готового продукта. Общее количество минеральных веществ в смесях составляет от 621,6 до 767,0 мг.

Summary

The human body requires minerals for proper functioning, as they participate in biochemical processes and metabolic reactions. The diet of people in the postoperative period and during recovery requires special attention. Key trends of the enteral nutrition market include a growing emphasis on personalized solutions, i.e., the development and production of nutritional products for patients with various conditions, including postoperative, oncological, gastrointestinal, lung, and kidney diseases. The aim of the study has been to evaluate the mineral composition of high-energy enteral nutrition products available on the domestic market. The study has been conducted on the basis of Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology" within the framework of funds allocated for the implementation of the state assignment. A search for relevant scientific publications has been conducted in the PubMed and Russian Science Citation Index (RSCI) databases using the following keywords: "enteral nutrition", "high-energy enteral nutrition products", and "minerals". An analysis of the domestic market for high-energy enteral nutrition sold through retail chains has been conducted. These nutritional products are specialized therapeutic nutritional mixtures designed for patients with high protein and energy needs associated with various conditions, when normal food intake is impossible or limited. Manufacturers of high-energy enteral nutrition products and their product names have been identified. A comparative analysis of chemical and mineral compositions of these products and their compliance with adult physiological requirements has been conducted. It has been found that the protein content in high-energy enteral nutrition products ranges from 6.0 to 7.5 g, fat content falls within the range from 5.0 to 6.2 g, and carbohydrates range from 18.2 to 19.3 g per 100 ml of the finished product. The total mineral content in the mixtures ranges from 621.6 to 767.0 mg.

Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»

К публикации в журнале «Молочнохозяйственный вестник» принимаются статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований авторов, являющиеся актуальными на современном этапе научного развития и соответствующие тематике журнала.

Объем публикации от 16 до 20 страниц для статей проблемного характера и от 10 до 12 страниц для статей по частным вопросам, набранных машинописным текстом в текстовом процессоре MS Word, версии не ниже 2003, и сохраненном в файл формата RTF, на листах формата A4, шрифтом Times New Roman, размер 14 пт, одинарный интервал. Для таблиц следует применять размер шрифта 10 – 12 пт. Заголовки в тексте необходимо выделять с помощью стандартных стилей (Заголовок 1, Заголовок 2 и т.д.). На 2 страницы текста разрешается разместить не более 1 объекта (рисунка или таблицы). Вложенные объекты должны полностью помещаться при книжной ориентации листа. Все использованные в тексте изображения необходимо предоставить в отдельных файлах форматов jpeg, gif или png.

Структура статьи:

- универсальный десятичный код (УДК) – справа в верхнем углу;
- название статьи на русском языке - по центру;
- фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность;
- e-mail автора (обязательно);
- полное наименование организации (места работы) автора;
- название статьи на английском языке - по центру;
- фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность на английском языке;
- e-mail автора;
- полное наименование организации (места работы) автора на английском языке;
- ключевые слова на русском и английском языках (не более 7);
- аннотация на русском и английском языках;
- основной текст статьи. В соответствии с международными стандартами статьи должны отвечать следующей схеме изложения материала: постановка проблемы, степень изученности вопроса, новизна данной статьи, изложение проблемы, научно-практические выводы и предложения, заключение, литературные источники.
- список литературных источников (рекомендуется не менее 12 и не более 25 наименований), оформленный по требованиям ГОСТ 7.1-2003. Список составляется в порядке цитирования в основном тексте статьи. Ссылки в тексте приводятся обязательно на каждый источник в квадратных скобках, например [1].
- список литературных источников на английском языке. Ссылки на англоязычные источники оформляются на основе стандарта Harvard (Информация о стандарте Harvard дана в работе О.В. Кирилловой «Редакционная подготовка научных журналов по международным стандартам. Рекомендации эксперта БД Scopus» (М., 2013. Ч. 1. 90 с.).

Одновременно со статьей в редакцию должны быть предоставлены согласие на обработку персональных данных, сопроводительное письмо, авторские справки, реферат и лицензионный договор.

Образцы необходимых документов размещены на сайте журнала:

http://molochnoe.ru/journal/ru/atricle_structure

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят институт рецензирования, по результатам которого принимается решение о целесообразно-

сти опубликования представленных материалов.

Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в журнале размещены на сайте: http://molochnoe.ru/journal/ru/publication_rules

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются. Материалы присылаются в редакцию в печатном и электронном виде. Электронный вариант отправляется по электронной почте на адрес редакции журнала (vestnik.molochnoe@yandex.ru), печатный вариант – Почтой РФ (160555, г.Вологда, с.Молочное, ул.Шмидта, 2, Вологодская ГМХА, Отдел науки, главному редактору А.Л. Бирюкову).

За фактологическую сторону представленных в редакцию материалов юридическую и иную ответственность несут авторы.

Публикация статей в журнале бесплатная.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

При публикации материалов журнала на другом сайте обязательно должна присутствовать активная ссылка на журнал «Молочнохозяйственный вестник» как на первоисточник.