

Традиции,

Kareembo,

Genex

№2(58), II кв. 2025

<http://molochnoe.ru/journal>

МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ВЕСТНИК

ISSN 2225-4269

Читайте в номере:

- Роль температурного фактора в гидратации пищевого казеината
- Особенности формирования показателей качества продуктов маслodelия, произведенных из сливок, подверженных ферментативному гидролизу
- Влияние азотсодержащей добавки на продуктивность и показатели крови высокопродуктивных коров

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 (58), 2025

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: Бирюков Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, 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 Естественных наук, 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)

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

Бильков Валентин Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры зоотехнии и биологии, 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 No 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 (58), 2025

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: Biryukov Alexander Leonidovich, Candidate of Sciences (Technics), Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

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'ovna, 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 Gorbатов 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)

Chojjilsuren 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)

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

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

Novikova Tatyana 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

Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова., М.О. Селимян, Н.В. Зенкова. Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков айрширской породы по округам Российской Федерации	10
N.I. Abramova, O.L. Khromova., M.O. Selimyan, N.V. Zenkova. Comparative Characteristics of Economic Traits of the Ayrshire Cattle Breed by the Districts of the Russian Federation	23
Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова., М.О. Селимян, Н.В. Зенкова. Характеристика продуктивных показателей айрширской породы по областям, республикам и округам Российской Федерации	25
N.I. Abramova, O.L. Khromova., M.O. Selimyan, N.V. Zenkova. Characteristics of the Ayrshire Productive Indicators by Regions, Republics and Districts of the Russian Federation	44
Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко, Е.А. Третьяков, Н.А. Щекутьева. Влияние биологических консервантов на изменение питательности и энергетической ценности силоса, приготовленного из бобово-злаковых компонентов в условиях Вологодского региона	46
E.V. Bogatyreva, P.A. Fomenko, E.A. Tretyakov, N.A. Shchekutyeva. Influence of Biological Preservatives on the Change in Nutritional and Energy Values of Legume-Grass Silage Prepared under the Conditions of the Vologda Region	62
В.Е. Никифоров. Оценка эффективности сушки сена бобово-злаковых трав	64
V.E. Nikiforov. Estimation of legume-grass hay drying efficiency	73
М.В. Соловьева. Формирование урожая столовой моркови при применении гуминовых препаратов	74
M.V. Solovieva. Table Carrot Yields after Using Humic Preparations	86

М.В. Сыроватский, Д.В. Быков, А.В. Варина. Использование пробиотика Actisaf SC 47 в кормлении лактирующих коров	87
M.V. Syrovatsky, D.V. Bykov, A.V. Varina. Use of the Probiotic Actisaf SC 47 in Feeding of Lactating Cows	104
П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева. Анализ питательных веществ и кормовой ценности заготовленных кормов в регионах Вологодской области	106
P.A. Fomenko, E.V. Bogatyreva. Analysis of Nutrients and Feed Value of Forages Harvested in the Regions of the Vologda District	127
Д.Н. Шипиш, В.А. Бильков, М.В. Механикова, Е.А. Третьяков. Влияние азотсодержащей добавки на продуктивность и показатели крови высокопродуктивных коров	128
D.N. Shipish, V.A. Bilkov, M.V. Mekhanikova, E.A. Tretyakov. Effect of the nitrogen-containing additive on productivity and blood parameters of highly productive cows	142
А.В. Боброва, А.Д. Шибарева, А.А. Абабкова. Исследование процесса сквашивания молочной основы с повышенным содержанием белка в присутствии дигидрокверцетина	143
A.V. Bobrova, A.D. Shibareva, A.A. Ababkova. Study of the fermentation process of milk base with increased protein content in the presence of dihydroquercetin	156
Т.Ю. Бурмагина, Н.О. Матвеева, Д.С. Габриелян. Влияние температуры и продолжительности пастеризации на вязкость белкового витаминизированного желированного продукта	158
T.Yu. Burmagina, N.O. Matveeva, D.S. Gabrielyan. The influence of temperature and duration of pasteurization on the viscosity of a protein vitaminized jellied product	174
А.Л. Новокшанова. Роль температурного фактора в гидратации пищевого казеината	176
A.L. Novokshanova. The Role of the Temperature Factor in Hydration of Food Caseinate	186

Топникова Е.В., Никитина Ю.В., Овчинникова Е.Г., Муничева Т.Э. Особенности формирования показателей качества продуктов маслodeлия, произведенных из сливок, подверженных ферментативному гидролизу	187
Topnikova E.V., Nikitina Yu.V., Ovchinnikova E.G., Municheva T.E. Characteristics of Development of Quality Parameters for Butter Products Made from Cream Subjected to Enzymatic Hydrolysis	202
Е.В. Хайдукова, Е. И. Христенко, А.Л. Новокшанова. Пенообразующие свойства систем на основе белков молочной сыворотки	204
E.V. Khaidukova, E.I. Khristenko, A.L. Novokshanova. Foaming Properties of Systems Based on Whey Proteins	216
В.А Шохалов, А.И. Гнездилова, Т.С. Демидова, Ю.А. Овечкина. Анализ известных способов очистки молочной сыворотки	218
V.A. Shokhalov, A.I. Gnezdilova, T.S. Demidova, Yu.A. Ovechina. Analysis of known methods of whey clarification	232
Рефераты	233
Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»	266

Сравнительная характеристика хозяйственно- полезных признаков айрширской породы по округам Российской Федерации

Абрамова Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных;

e-mail: natali.abramova.53@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Хромова Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник

e-mail: sznii@list.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Селимян Максим Олегович., младший научный сотрудник

e-mail: sss090909@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Зенкова Наталья Валериевна., научный сотрудник

e-mail: zenkova208@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: округ, популяция, айрширская порода, продуктивность, надой, МДЖ, МДБ, живая масса.

Аннотация. Проведение сравнительной характеристики современного поголовья айрширской породы крупного рогатого скота по Российской Федерации и округам позволяет определить развитие хозяйственно-полезных признаков с учетом племенного статуса животных, что подтверждает актуальность и новизну исследований. Исследования проведены по статистическим данным на 1 января 2024 года из Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве Российской Федерации и по округам с использованием группировки, выборки, сравнения показателей в графическом варианте. Установлено, что максимальное поголовье коров айрширской породы 20,4 тыс. гол. сосредоточено в СЗФО, в том числе основная часть в племзаводах 11,2 тыс. гол., что в 5,8 раз превышает численность по другим округам. По величине надоя коров лучшие показатели получены по племзаводам ПФО – 8879 кг молока и СЗФО – 8862 кг. Самые высокие качественные показатели молока получены в племрепродукторе ПФО, МДЖ составила – 4,51% и племзаводе МДБ – 3,60%. Лидерами по живой массе коров является племзавод СибФО – 578 кг, племрепродуктор ЦФО – 570 кг, племзаводы СЗФО – 566 кг. Наибольший возраст коров в отелах по всему поголовью установлен по СЗФО – 2,7 отела, наименьший по племзаводам ЦФО – 2,2 отела и СибФО – 2,3 отела. По продолжительности хозяйственного использования коров наибольший показатель выявлен по племрепродукторам ПФО – 4,6 отела и в среднем по всему поголовью 4,0 отела. По племзаводу СибФО установлен самый минимальный показатель возраста выбытия коров 2,9 отела. Данные результаты позволяют определить современное состояние и развитие айрширской породы по округам РФ.

Введение

В «Стратегии развития сельского хозяйства до 2030», принятой Правительством РФ, одной из основных целей является повышение научно-технологического уровня АПК за счет развития селекции и генетики, работы по улучшению генетического потенциала в *животноводстве*¹.

1 Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: утверждена Распоряжением Правительства РФ от 12.04.2020 г. № 993-р

Роль науки в современных экономических условиях заключается в выявлении и выработке мер по устранению негативных тенденций в отрасли АПК, выработке стратегии развития агропромышленного комплекса, разработке конкурентоспособной научно-технической продукции в соответствии с потребностями агропромышленного производства, инновационной деятельности на основе научно-технических достижений².

Обеспечение продовольственной безопасности страны требует принятия мер по повышению конкурентоспособности отечественной продукции, в том числе и племенного материала в молочном скотоводстве.

В настоящее время обостряется проблема сохранения и укрепления генофонда отечественных пород молочного скота, как отмечают в своих статьях ведущие ученые и специалисты [1–4].

Молочное скотоводство – одна из важных подотраслей агропромышленного комплекса России, обеспечивающая население страны ценными для жизнедеятельности человека продуктами питания и являющаяся основным поставщиком для молокоперерабатывающих предприятий [5]. Развитие молочного скотоводства во многом зависит от внимания к этой отрасли на местах. Эффективность ведения молочного скотоводства определяется уровнем продуктивности коров, поэтому одним из основных показателей рентабельности хозяйства, занимающегося молочным животноводством, является продуктивность дойного стада [6–10].

Селекционно-племенная работа с молочными породами крупного рогатого скота является одним из основных факторов, влияющих на получение высококачественного молока и в необходимых количествах [11].

Многообразие природно-климатических зон, экономические возможности каждого из субъектов Российской Федерации привносит свои особенности в систему племенного дела, на что указывают исследования А.А. Сермягина, И.Н. Янчукова, Н.А. Зиновьевой [12].

Селекционный процесс предусматривает постоянный мониторинг популяционно-генетических характеристик как в отдельных стадах, так и в породных популяциях, необходимый для его корректировки и оптимизации [13–17]. В настоящее время для рентабельного молочного скотоводства, наряду с повышением генетического потенциала животных нового поколения, необходимо создание менеджмента, обеспечивающего его реализацию [18].

Актуальность и новизна исследований на современной популяции

² О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года: Приказ Минсельхоза РФ от 25 июня 2007 г. № 342. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902099525>

айрширской породы крупного рогатого скота по округам Российской Федерации заключается в определении изменения селекционируемых признаков под влиянием племенной работы с учетом условий внешней среды.

Целью исследований является сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков айрширской породы по округам России.

Материалы и методы

Исследования проводились на основе изучения фундаментальных трудов отечественных и зарубежных ученых. Проведены теоретические и практические исследования в области молочного скотоводства. Исследования проводили с использованием общенаучных методов (системный подход, метод обобщения и др.), статистические (группировки, выборки, сравнения), графические приемы. По статистическим сводным показателям Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации проводили исследования [19]. В обработку включены количественные (численность поголовья, надой, живая масса) и качественные показатели (МДЖ, МДБ) айрширской породы крупного рогатого скота по округам Российской Федерации на 1 января 2024 года.

В процессе исследований проведена обработка научных данных на основе использования стандартного программного обеспечения для персональных компьютеров.

Результаты исследования

Поголовье коров айрширской породы по округам Российской Федерации имеет значительную разницу по численности всего поголовья коров, в том числе по племзаводам и племрепродукторам (*рисунок 1*). Основное поголовье коров айрширской породы крупного рогатого скота сосредоточено в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО) 20,4 тыс. голов, в том числе 11,2 тыс. гол. в племзаводах и 7,32 тыс. гол. в племрепродукторах.

Второе место занимает Южный Федеральный округ (ЮФО) – всего 4,76 тыс. гол. коров, в том числе 2,09 тыс. гол. в племзаводах и 2,57 тыс. гол. в племрепродукторах. Это свидетельствует о том, что поголовье коров айрширской породы в СЗФО в 4,3 раза превосходит численность коров по ЮФО (20,4 тыс. гол.), и большую часть коров 11,2 тыс. гол. составляют животные племзаводов, что превосходит численность коров в ЮФО в 5,3 раза.

В Центральном Федеральном округе (ЦФО) и Приволжском Федеральном округе (ПФО) численность коров составляет примерно одинаковое количество – 3,91 тыс. гол. и 3,51 тыс. гол., что в 5,2 раза и 5,8 раза уступает показателям СЗФО. Необходимо отметить, что в

ЦФО основное поголовье относится к племязаводам 1,73 тыс. гол., в ПФО к племрепродукторам – 2,0%.

В Сибирском Федеральном округе (СибФО) установлено самое минимальное поголовье – 0,69 тыс. гол. коров в племязаводе и 0,21 тыс. гол. коров в племрепродукторе Северо-Кавказского Федерального округа (С-КФО).

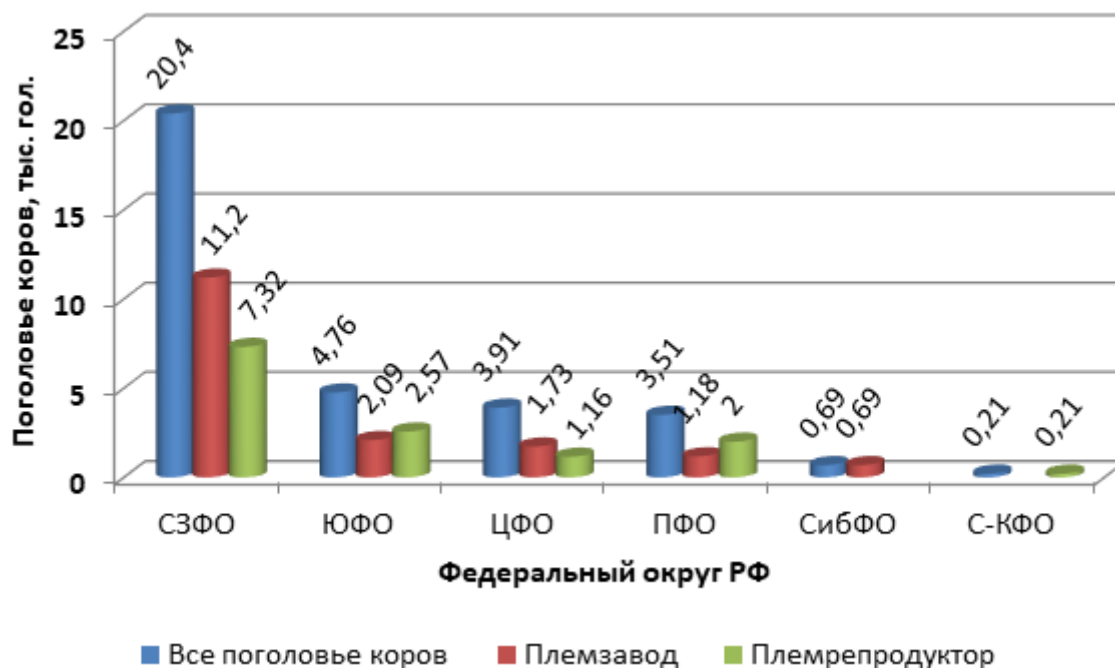


Рисунок 1 – Характеристика численности коров айрширской породы по округам РФ, племязаводам и племрепродукторам

Продуктивность коров в среднем по округам РФ, племязаводам и племрепродукторам представлена на *рисунке 2*. Данные распределены по величине надоя коров в среднем по округам РФ и соответственно распределяются показатели по племязаводам и племрепродукторам.

В ЮФО установлен самый низкий надой коров, который составляет 7193 кг молока и не выявлено разницы между племязаводами (7178 кг) и племрепродукторами (7195 кг).

Средний надой коров по ЦФО – составляет 7589 кг молока, по племязаводам надой выше на 732 кг (8321 кг), по племрепродукторам выше среднего на 146 кг (7735 кг).

По СЗФО и ПФО средний надой коров находится на одном уровне 7917 кг молока и 7996 кг, разница составляет 79 кг соответственно. По племязаводам в данных округах надой коров не имеет разницы и составляет 8862 кг молока, 8879 кг (+17 кг) соответственно. В ПФО по племрепродукторам установлено незначительное превосходство надоя коров +221 кг молока (7454 кг). Однако следует отметить превосходство СЗФО по численности поголовья коров в 5,8 раза.

СибФО и С-КФО имеют высокие показатели надоя коров и 8209 кг молока и 8304 кг соответственно, и каждый округ представлен одним сельхозпредприятием с минимальным поголовьем 0,69 тыс. гол. и 0,21 тыс. гол. соответственно.

Следовательно, самые высокие показатели надоя коров установлены в малочисленных сельхозпредприятиях СибФО и С-КФО.

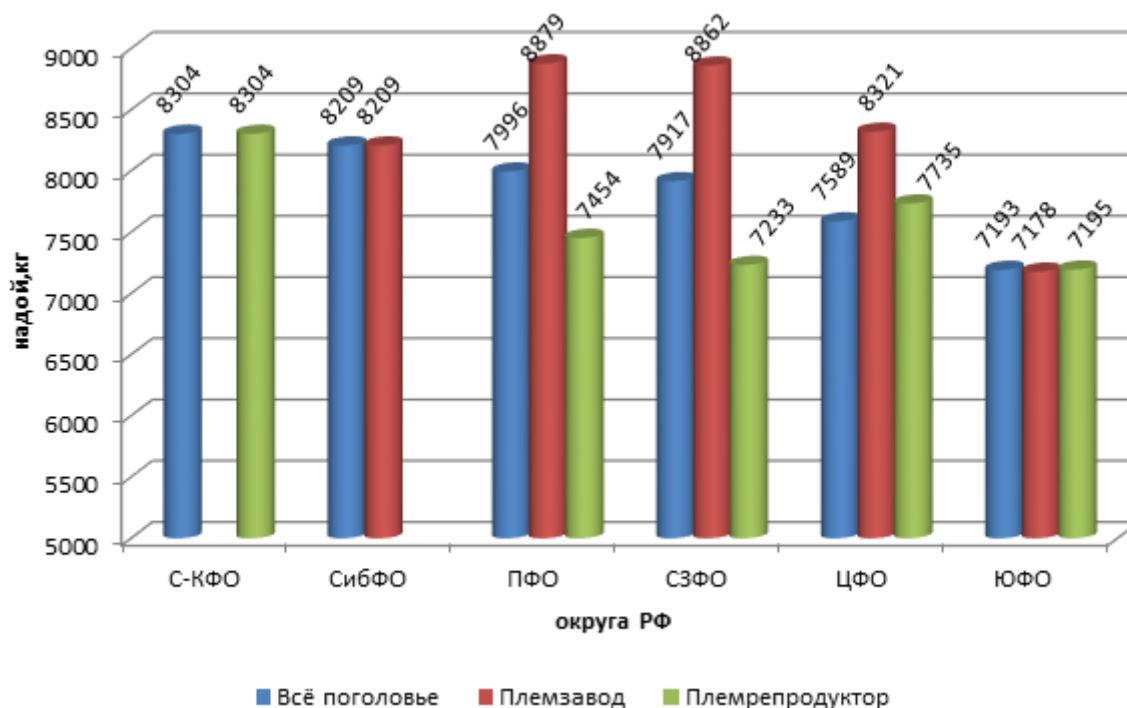


Рисунок 2 – Характеристика продуктивности коров айрширской породы в среднем по округам РФ, племзаводам и племрепродукторам.

Средний показатель МДЖ в молоке коров имеет значительную разницу по округам РФ (рисунок 3).

Наибольший средний показатель МДЖ в молоке коров установлен по СибФО 4,41 и ПФО 4,40%. По ЦФО и СЗФО массовая доля жира в молоке коров имеет одинаковые показатели 4,20; 4,19% соответственно. Наименьший показатель МДЖ в молоке коров выявлен в С-КФО – 3,85%.

По племзаводам сохраняется аналогичная закономерность распределения МДЖ в молоке коров айрширской породы. Максимальный показатель 4,41% по СибФО и минимальный 4,08% по ЮФО.

МДЖ в молоке коров по племрепродукторам кардинально изменяется относительно племзаводов. Первое место занимает ПФО – 4,51%, второе СЗФО – 4,31%, третье ЦФО – 4,23%, четвертое ЮФО – 4,09% и пятое С-КФО – 3,85%.

Следовательно, на показатели МДЖ в молоке коров айрширской породы влияет месторасположение округа РФ и отношение к статусу хозяйства (племзавод и племрепродуктор).

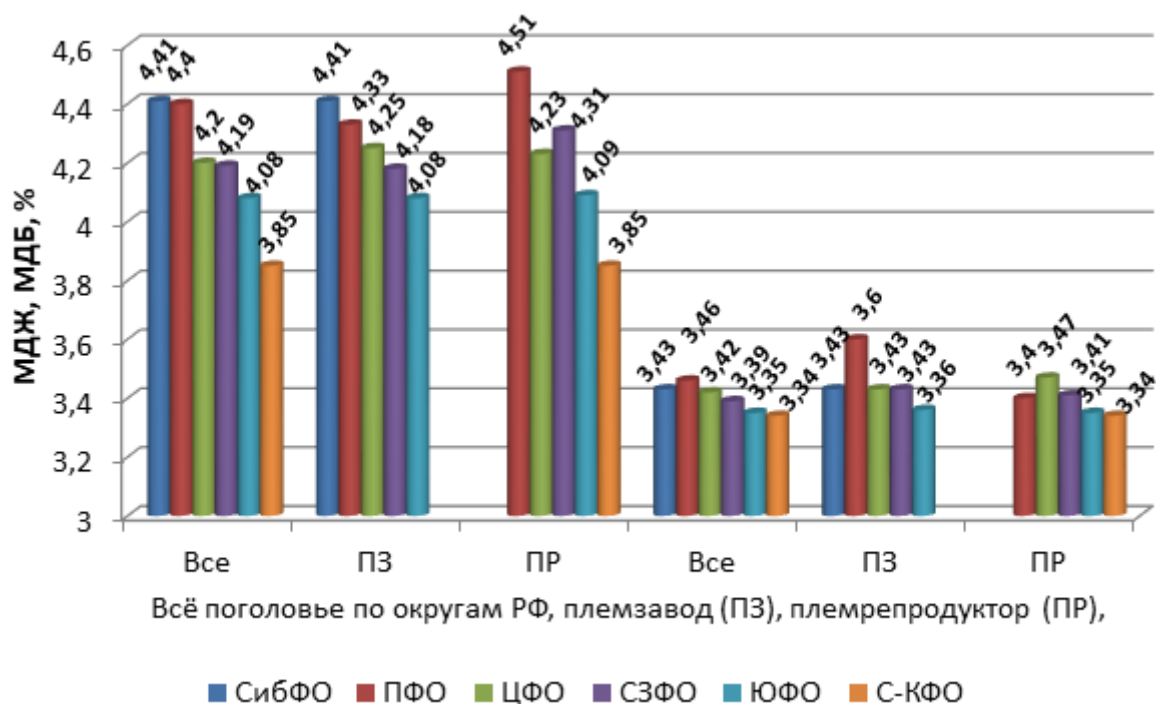


Рисунок 3 – Характеристика МДЖ и МДБ в молоке коров айрширской породы в среднем по округам РФ, племенным заводам и племенным репродукторам

Массовая доля белка в молоке коров айрширской породы по всему поголовью имеет разницу по округам РФ (рисунок 3). Закономерность распределения МДБ в молоке коров по всему поголовью сохраняется аналогично распределению МДЖ. Первое, второе и третье место сохраняется за лидирующими округами: 1 место – ПФО – 3,46%, 2 – СибФО – 3,43%; 3 – ЦФО – 3,42%; 4 – СЗФО – 3,39%, разница составляет всего 0,04%. Самые минимальные показатели МДБ в молоке коров установлены ЮФО – 3,35% и С-КФО – 3,34%. Разница с максимальным показателем составляет 0,12%. По племенным заводам и племенным репродукторам сохраняется аналогичное распределение МДБ в молоке коров.

Живая масса коров айрширской породы имеет значительную разницу по округам РФ (рисунок 4).

Максимальная живая масса установлена у коров СибФО – 578 кг, который представлен одним племенным заводом с высоким показателем надоя 8209 кг молока и МДЖ – 4,41%.

По четырем округам (ПФО, ЦФО, СЗФО, ЮФО) средняя живая масса коров имеет одинаковый уровень от 531 кг (ЮФО) до 540 кг (ПФО), разница составила 9 кг. Однако, по племенным заводам выявлены значительные изменения живой массы коров, максимальный показатель 566 кг по СЗФО, минимальный – 515 кг по ЮФО, разница составила 51 кг.

По племрепродукторам самый высокий показатель живой массы 570 кг выявлен по ЦФО, а минимальный 524 кг (-46 кг) по СЗФО.

Самый низкий показатель живой массы коров 501 кг установлен в С-КФО, что уступает максимальному показателю 77 кг.

Следовательно, в каждом округе РФ, племзаводе и племрепродукторе сформирован определенный тип животных.

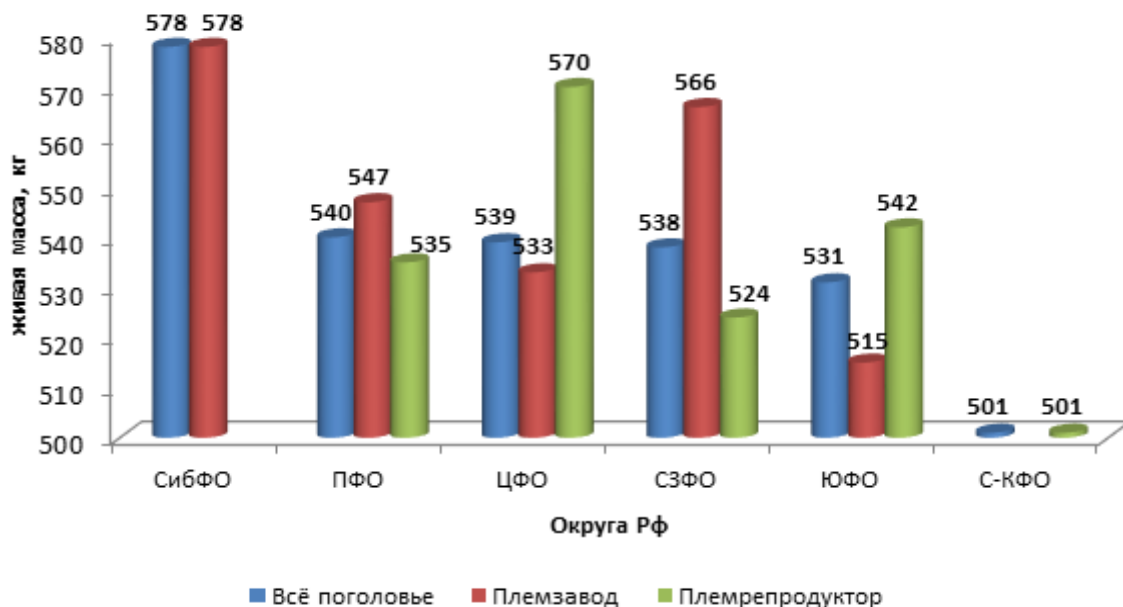


Рисунок 4 – Характеристика живой массы коров айрширской породы по всему поголовью округам РФ, племзаводам и племрепродукторам

Возраст коров в отелах и возраст выбытия коров в отелах отражает состояние воспроизводительных признаков животных и длительность хозяйственного использования.

Средний показатель возраста коров по всем породам в России составляет 2,4 отела, возраст выбытия коров 3,1 отела (рис. 5). По айрширской породе средний возраст в отелах больше на 0,2 отела по России и составляет 2,6 отела, возраст выбытия коров выше на 0,5 отела и составляет 3,6 отела.

Следовательно, айрширская порода имеет более поздний срок возраста коров в отелах, но и срок хозяйственного использования выше, чем в среднем по России.

Айрширская порода по округам РФ имеет разные показатели возраста коров в отелах – от 2,3 отела в ЦФО и СибФО до 2,7 отела в СЗФО.

По племзаводам наименьший показатель возраста коров в отелах установлен в ЦФО (2,2 отела), СибФО и ЮФО (2,3 отела). В СЗФО данный показатель выше, чем в других округах и составляет 2,5 отела.

По племрепродукторам в СЗФО сохраняется самый высокий

показатель возраста коров в отелах 2,7 отела, а в 3 округах: ПФО; С-КФО; ЦФО он находится на уровне средних показателей по России 2,4–2,5 отела.

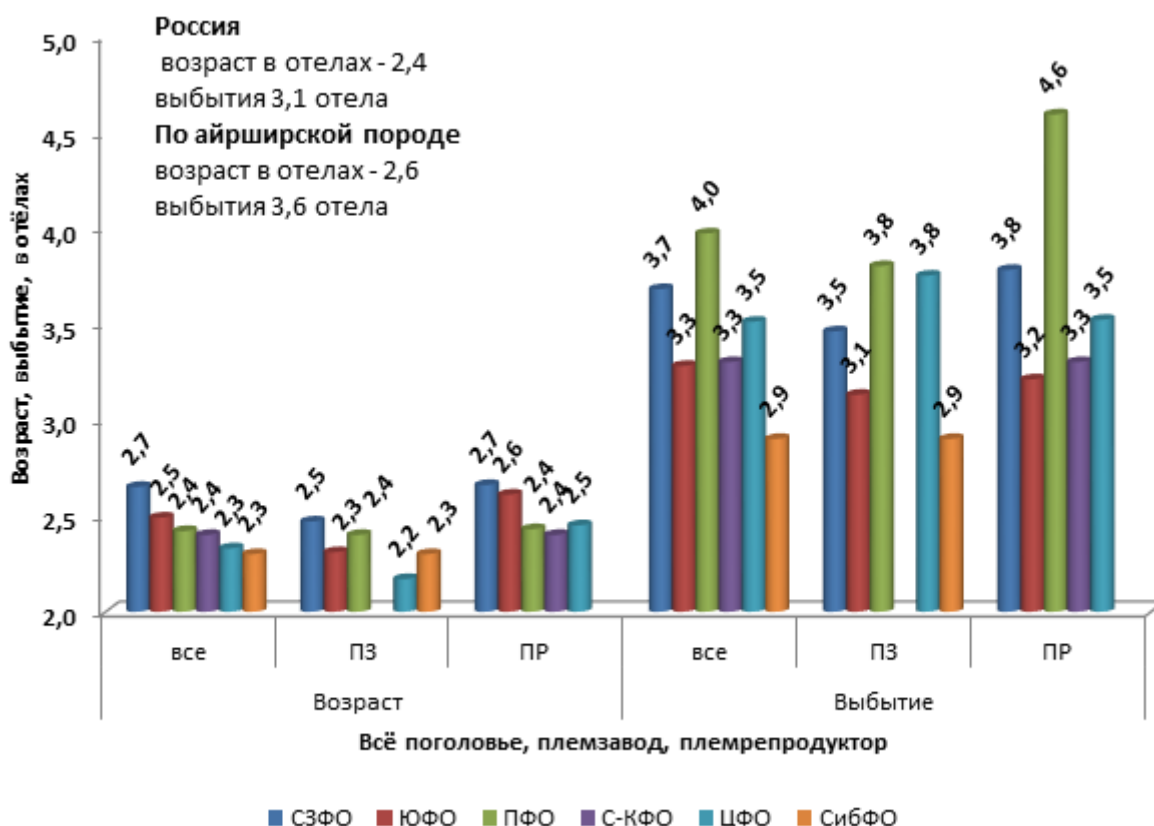


Рисунок 5 – Характеристика возраста коров и возраста выбытия коров в отелах айрширской породы по всему поголовью округам РФ, племзаводам и племрепродукторам

Данные по возрасту выбытия коров айрширской породы в отелах свидетельствует о том, что в двух округах ПФО (4,0 отела) и СЗФО (3,7 отела) они превосходит показатели в среднем по России (3,1 отела) и по айрширской породе (3,6 отела). Это свидетельствует о длительности хозяйственного использования коров айрширской породы в данных округах. Аналогичная ситуация отмечается в округах по племрепродукторам: ПФО (4,6 отела), СЗФО (3,8 отела). По племзаводам ПФО сохраняет свои позиции по длительности хозяйственного использования 3,8 отела и ЦФО.

Минимальным возрастом выбытия коров отличается С-КФО – 2,9 отела.

Следовательно, в ЦФО и СибФО установлен минимальный показатель возраста коров в лактациях (2,2; 2,3 отела) и самый низкий показатель возраста выбытия коров в отелах (3,5; 2,9 отела).

Выводы

Основное поголовье коров айрширской породы сосредоточено в СЗФО – 20,4 тыс. гол., в том числе большая часть в племзаводах – 11,2 тыс. гол., что до 5,8 раз превышает численность по другим округам.

Лучшие показатели надоя коров получены по племенным заводам ПФО – 8879 кг молока и СЗФО – 8862 кг молока, разница составила всего 17 кг молока.

Наибольший показатель МДЖ в молоке коров – 4,51% установлен по племрепродуктору ПФО и МДБ – 3,60% по племзаводу ПФО. Наименьший качественный показатель – МДЖ в молоке коров установлен в С-КФО – 3,85% в среднем по пробонитированному поголовью и племрепродуктору.

Самый высокий показатель живой массы коров – 578 кг получен племзаводе СибФО. В среднем по всему поголовью коров в трёх округах: ПФО, ЦФО, СЗФО не выявлено разницы живой массы коров, она изменялась от 538 до 540 кг.

Установлен наибольший возраст коров в отелах по всему поголовью по СЗФО – 2,7 отела, наименьший по племзаводам ЦФО – 2,2 отела и СибФО – 2,3 отела.

Наибольшую длительность хозяйственного использования коров – 4,6 отела имеют животные в ПФО по племрепродукторам и в среднем по всему поголовью – 4,0 отела. Самый минимальный возраст выбытия коров выявлено по племзаводу СибФО – 2,9 отела.

Следовательно, коровы айрширской породы в каждом округе РФ отличаются численностью, продуктивностью и длительностью хозяйственного использования в результате климатических особенностей и направления селекции животных.

Литература:

1. Амерханов, Х. Научное обеспечение конкурентности молочного скотоводства / Х. Амерханов, Н. Стрекозов // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № S1. – С. 2–6.

2. Коршун, С.И. Основные генетико-статистические параметры показателей продуктивного долголетия и пожизненной продуктивности молочного скота/ С.И. Коршун, Н.Н. Климов // Таврический научный обозреватель. Гродненский ГАУ. – 2016. – № 5 (10). – С. 33–37.

3. Мырнин, В.С. Опора – на отечественные племенные ресурсы / В.С. Мырнин // Зоотехния. – 2016. – № 4. – С. 2–4.

4. Сысуев, В.А. Проблемы развития молочного животноводства в России и современные подходы их решения / В.А. Сысуев, Т.Ф. Василенко, Р.В. Русаков // Достижения науки техники АПК. – 2017. – № 3. – С. 20–23.

5. Отечественное животноводство на пороге третьего десятилетия XXI века / М.И. Дунин, Е.Н. Суслина, Л.Н. Григорян [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 1. – С. 7–9.

6. Горелик, О.В. Молочная продуктивность коров голштинских линий черно-пестрого скота / О.В. Горелик, Н.А. Федосеева, И.В. Кныш // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56. – № 3. – С. 99–105.

7. Tuzov I. N., et al. Using Holstein cattle in conditions of the Krasnodar territory. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, no. 10(12), pp. 3160-3163. (In English) – Text direct

8. Foksha V., Konstandoglo A. Dairy productivity of Holstein cows and realization of their genetic potential. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, v. 25, pp. 31-36. (In English) – Text direct

9. Шушпанова, К.А. Продуктивность коров голштинской породы / К.А. Шушпанова, Н.И. Татаркина // Вестник Курганской ГСХА. – 2020. – № 2. – С. 44–47.

10. Пономарева, Е.А. Молочная продуктивность коров голштинской породы различного происхождения / Е.А. Пономарева, Н.И. Татаркина // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 1. – С. 43–45.

11. Совершенствование генеалогической структуры популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы племенных хозяйств Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, О.Л. Хромова [и др.] // Зоотехния. – 2016. – № 6. – С. 2–4.

12. Региональная система геномной оценки как базовый элемент национальной программы генетического совершенствования крупного рогатого скота / А.А. Сермягин, А. Н. Ермилов, И. Н. Янчуков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 7. – С. 3–7.

13. Мониторинг селекционно-генетических характеристик продуктивных признаков крупного рогатого скота / М.В. Абрамова, А.В. Ильина, А.В. Коновалов, С.В. Зырянова // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – №8. – С. 19–23.

14. Селимян, М.О. Сравнительная характеристика наследуемости селекционируемых признаков в стадах айрширской породы / М.О. Селимян, Н.И. Абрамова // Зоотехния. – 2022. – № 10. – С. 7–10.

15. Формирование популяции айрширской породы крупного рогатого скота в Вологодской области / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова, Г.С. Власова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 29–30.

16. Тенденции развития молочного скотоводства Вологодской области и Северо-Западного региона / Г.С. Власова, Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 1 (21). – С. 14–19.

17. Популяционные параметры продуктивных признаков крупного рогатого скота черно-пестрой породы Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, О.Л. Хромова, Л.Н. Богорадова // *АгроЗооТехника*. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 4.

18. Анистенок, С.В. Мониторинг и анализ причин выбытия коров в популяциях айрширского скота / С.В. Анистенок, О.В. Тулинова // *Молочное и мясное скотоводство*. – 2018. – № 8. – С. 8–12.

19. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2023 год). – Москва: ФГБНУ ВНИИплем, 2024. – 242 с.

References:

1. Amerkhanov Kh., Strekozov N. Scientific support of dairy farming competitiveness. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2012, no. S1, pp. 2 - 6. (In Russian) – Text direct

2. Korshun S. I., Klimov N. N. Basic genetic-statistical parameters of dairy cattle productive longevity and working life. *Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel'* [Taurian Scientific Bulletin], 2016, Grodno State Agrarian University Publ., no. 5(10), pp. 33-37. (In Russian) – Text direct

3. Mymrin V. S. Lean on national breeding resources. *Zootekhnika* [Animal Science], 2016, no. 4, pp. 2-4. (In Russian) – Text direct

4. Sysuev V. A., Vasilenko T. F., Rusakov R. V. Problems of dairy farming development in Russia and modern approaches to their solution. *Dostizheniya nauki tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2017, no. 3, pp. 20-23. (In Russian) – Text direct

5. Dunin M. I., Suslina E. N., Grigoryan L. N., et al. Domestic animal husbandry on the threshold of the third decade of the 21st century. *Zootekhnika* [Animal Science], 2021, no. 1, pp. 7-9. (In Russian) – Text direct

6. Gorelik O. V., Fedoseeva N. A., Knysh I. V. Dairy productivity of cows from the Holstein Black-and-White line. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Saint Petersburg State Agrarian University], 2019, v. 56, no. 3, pp. 99-105. (In Russian) – Text direct

7. Tuzov I. N., et al. Using Holstein cattle in conditions of the Krasnodar territory. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, no. 10(12), pp. 3160-3163. (In English) – Text direct

8. Foksha V., Konstandoglo A. Dairy productivity of Holstein cows and realization of their genetic potential. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, v. 25, pp. 31-36. (In English) – Text direct

9. Shushpanova K. A., Tatarkina N. I. Productivity of Holstein cows of the breed. *Vestnik Kurganskoy GSKhA* [Bulletin of the Kurgan State

- Agricultural Academy], 2020, no. 2, pp. 44-47. (In Russian) – Text direct
10. Ponomareva E. A., Tatarkina N. I. Dairy productivity of Holstein cows of different origin. *Vestnik Kurganskoy GSKhA* [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy], 2019, no. 1, pp. 43-45. (In Russian) – Text direct
 11. Abramova N. I., Vlasova G. S., Chromova O. L., et al. Improvement of the genealogical structure of Black-and-White cattle stock on breeding farms of the Vologda Region. *Zootekhniya* [Animal Science], 2016, no. 6, pp. 2-4. (In Russian) – Text direct
 12. Sermyagin A. A., Ermilov A. N., Yanchukov I. N., et al. Regional system of genomic evaluation as a basic element of the national program for genetic improvement of bovine cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2017, no. 7, pp. 3-7. (In Russian) – Text direct
 13. Abramova M. V., Il`ina A. V., Konovalov A.V., Zyryanova S. V. Monitoring of selection and genetic characteristics of productive features in cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2021, no. 8, pp. 19-23. (In Russian) – Text direct
 14. Selimyan M. O., Abramova N. I. Comparative characteristics of heredity of the selected traits in herds of Ayrshire breed. *Zootekhniya* [Animal Science], 2022, no. 10, pp. 7-10. (In Russian) – Text direct
 15. Tyapugin E. A., Tyapugin S. E., Abramova N. I., Vlasova G. S., et al. Formation of the Ayrshire cattle breed population in the Vologda Region. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2011, no. 4, pp. 29-30. (In Russian) – Text direct
 16. Vlasova G. S., Abramova N. I., Bogoradova L. N., et al. Trends in the development of dairy farming in the Vologda Region and the North-Western District. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2016, no. 1(21), pp. 14-19. (In Russian) – Text direct
 17. Abramova N. I., Vlasova G. S., Khromova O. L., Bogoradova L. N. Population parameters of production traits of Black-and-White cattle in the Vologda Region. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2018, v. 1, no. 1, p. 4. (In Russian) – Text direct
 18. Anistenok S. V., Tulinova O. V. Monitoring and analysis of cows` mortality causes in populations of Ayrshire cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2018, no. 8, pp. 8-12. (In Russian) – Text direct
 19. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii (2023 god)* [Yearbook on Breeding Work in Dairy Farming Households of the Russian Federation (2023 Year)]. Moscow, FGBNU VNIIPlem Publ., 2024. 242 p. (In Russian) – Text direct

Comparative Characteristics of Economic Traits of the Ayrshire Cattle Breed by the Districts of the Russian Federation

Abramova Natal`a Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading researcher, the Department of Farm Animals Breeding

e-mail: natali.abramova.53@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Khromova Ol`ga Leonidovna, a senior research worker

e-mail: sznii@list.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Selimyan Maxim Olegovich, a junior research worker

e-mail: sss090909@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Zenkova Natal`a Valerievna, a junior research worker

e-mail: zenkova208@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: district, population, Ayrshire breed, productivity, milk yield, mass fraction of fat, mass fraction of protein, live weight.

Abstract. Conducting comparative characteristics of the modern state of Ayrshire cattle population in the Russian Federation and the districts allows determining the development of economic traits, taking into account the breeding status of animals, which confirms the relevance and novelty of the research. The research has been conducted based on statistical data as of January 1st, 2024 from the Yearbook on breeding work in dairy farming of the Russian Federation by districts using grouping, sampling,

and comparing indicators in a graphic form. It has been established that the maximum number of Ayrshire cows of 20.4 thousand heads is concentrated in the Northwestern Federal District, including the main part in breeding farms of 11.2 thousand heads, which is 5.8 times higher than the number in other districts. In terms of milk yield, the best indicators have been obtained in breeding farms in the Volga Federal District – 8,879 kg of milk and the Northwestern Federal District – 8,862 kg. The highest quality indicators of milk have been obtained in the pedigree breeding unit of the Volga Federal District; fat mass fraction has been 4.51%, and in the breeding farm the protein mass fraction has been 3.60%. The leaders in live weight of cows are the breeding plant of the Siberian Federal District – 578 kg, the pedigree breeding unit of the Central Federal District - 570 kg, and the breeding plants of the Northwestern Federal District – 566 kg. The highest age of cows in calving across the entire population is set for the Northwestern Federal District – 2.7 calving, the lowest for breeding farms in the Central Federal District – 2.2 calving and Siberian Federal District – 2.3 calving. In terms of the duration of economic use of cows, the highest indicator has been found for pedigree breeding units of the Volga Federal District - 4.6 calving and an average of 4.0 calving for the entire livestock. According to the Siberian Federal District breeding farm, the minimum age for cow retirement is 2.9 calving. These results allow determining the current state and development of the Ayrshire breed in the districts of the Russian Federation.

Характеристика продуктивных показателей айрширской породы по областям, республикам и округам Российской Федерации

Абрамова Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных

e-mail: natali.abramova.53@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочно-го и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Хромова Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник

e-mail: sznii@list.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочно-го и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Селимян Максим Олегович, младший научный сотрудник

e-mail: sss090909@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочно-го и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Зенкова Наталья Валериевна, научный сотрудник

e-mail: zenkova208@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочно-го и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: округ, республика, край, область, популяция, порода, айрширская, продуктивность, надой, МДЖ, МДБ, живая масса.

Аннотация. Характеристика современного поголовья айрширской породы крупного рогатого скота по Российской Федерации и округам, республикам и областям позволяет выявить уровень продуктивности коров с учетом племенного статуса животных, что определяет актуальность и новизну исследований. Исследования проведены с использованием группировки, выборки, сравнения показателей в графическом варианте по статистическим данным на 01.01.2024 года из Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве Российской Федерации. В Северо-Западном федеральном округе РФ установлено самое большое племенное поголовье коров айрширской породы – 20380 голов, из которых 54,9% относится к племзаводам и 24,4% – к племрепродукторам. В данный округ входят три области – Ленинградская (50,2% коров), Вологодская (16,6%), Новгородская (4,5%) и две республики – Карелия (23,8%), Коми (4,5%). Лидерами по надою, МДЖ, МДБ по племзаводам являются Республика Карелия – 9258 кг молока; Ленинградская область – 8858 кг, МДЖ – 4,27%, МДБ – 3,48%; Вологодская область – 8118 кг молока, МДЖ – 4,21%, МДБ – 3,39%. По Центральному федеральному округу РФ числится 3910 коров, в том числе 44,1% в племзаводах и 42,5% в племрепродукторах. Наибольшее поголовье коров (1300 голов) сосредоточено в Московской области, 1000 голов – в Тульской, 920 голов – в Белгородской и 250 голов – в Ярославской области. Высокий надой коров получен по племзаводу Тульской области – 9232 кг молока. В среднем по другим областям надой составляет в пределах 7589–7769 кг молока. По МДЖ лидируют Московская (4,30%) и Ярославская (4,25%) области. В Южном федеральном округе РФ айрширская порода составляет 4760 коров, в том числе 44,1% в племзаводах и 42,5% в племрепродукторах. Основное поголовье коров сосредоточено в Краснодарском крае – 3310 голов (69,5%) и получен высокий надой – 7882 кг молока в племрепродукторе. Приволжский федеральный округ РФ включает 3510 коров, из них 45,9% относится к Кировской области, 35,0% – к Самарской и 7,1% – к Республике Башкортостан. Соотношение племенного статуса составило – 33,5% (племзавод) и 57,0% (племрепродуктор). По продуктивности Кировская область занимает лидирующее положение 8772 кг молока, МДЖ – 4,43%, МДБ – 3,60%. Следовательно, в каждом федеральном округе сформировались племенные хозяйства с высокими показателями продуктивности коров по айрширской породе.

Введение

Одной из ведущих отраслей сельского хозяйства Российской Федерации является молочное скотоводство, которое обеспечивает продовольственную безопасность страны. Важную роль в увеличении

производства молока играет селекционно-племенная работа, которая базируется на целенаправленном использовании лучших генотипов с целью качественного совершенствования существующих пород для повышения продуктивных и племенных признаков животных [1].

В условиях ведения молочного скотоводства существенные различия в популяциях крупного рогатого скота в разных странах отмечаются в результате определения целей их селекции [2].

В современных экономических условиях роль науки заключается в выявлении и выработке мер по устранению негативных тенденций в отрасли АПК, выработке стратегии развития агропромышленного комплекса, разработке конкурентоспособной научно-технической продукции в соответствии с потребностями агропромышленного производства, инновационной деятельности на основе научно-технических достижений¹.

Одна из важных подотраслей агропромышленного комплекса России – это молочное скотоводство, обеспечивающее население страны ценными для жизнедеятельности человека продуктами питания и являющееся основным поставщиком для молокоперерабатывающих предприятий [3].

Значительное влияние на развитие молочного скотоводства во многом зависит от внимания к этой отрасли на местах. Эффективность ведения молочного скотоводства определяется уровнем продуктивности коров, поэтому одним из основных показателей рентабельности хозяйства, занимающегося молочным животноводством, является продуктивность дойного стада [4–8].

Исследования коллектива авторов указывают на многообразии природно-климатических зон, экономические возможности каждого из субъектов Российской Федерации, которые приносят свои особенности в систему племенного дела [9].

Селекционно-племенная работа с молочными породами крупного рогатого скота является одним из основных факторов, влияющих на получение высококачественного молока в необходимом количестве [10].

Поголовье локальных пород в настоящее время сокращается из-за системы крупномасштабной селекции в стране, для которой местные породы стали менее пригодными в силу достаточно узкого ареала разведения, направления продуктивности и размера популяции. Неправильно ставить вопрос о вытеснении импортной генетики отечественной, поэтому необходимо убедиться в их экономической обоснованности [11, 12, 13].

¹ О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года: Приказ Минсельхоза РФ от 25.06.2007 № 342. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902099525>

Отечественные и зарубежные ученые в настоящее время разрабатывают новые методы прогнозирования генетической ценности в скотоводстве, они используются и совершенствуются в непрерывной эволюции как генетиками-селекционерами, так и статистиками [14–21].

Актуальность и новизна исследований на современной популяции айрширской породы крупного рогатого скота по округам, республикам и областям Российской Федерации заключается в определении изменения селекционируемых признаков под влиянием племенной работы с учетом условий внешней среды.

Целью исследований является изучение продуктивных показателей в популяциях айрширской породы по округам, республикам и областям Российской Федерации.

Материалы и методы

Исследования по развитию айрширской породы в Российской Федерации проводились на основе изучения фундаментальных трудов отечественных и зарубежных ученых. В ходе исследований использовались общенаучные методы (системный подход, метод обобщения и др.), статистический (группировки, выборки, сравнения), графический прием. Характеристика количественных (численность поголовья, надой, живая масса) и качественных (МДЖ, МДБ) показателей проводилась на основе статистических показателей Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве по хозяйствам, областям, республикам и округам Российской Федерации на 01.01.2024 года [22].

Обработка научных данных в процессе исследований проведена на основе использования стандартного программного обеспечения для персональных компьютеров.

Результаты исследования

Исследования развития айрширской породы крупного рогатого скота проведены по областям, республикам внутри округов Российской Федерации.

Наибольшее поголовье коров айрширской породы сосредоточено в Северо-Западном Федеральном округе РФ – 20380 голов, в том числе 11178 голов в племзаводах и 4979 голов в племрепродукторах (*рисунок 1*).

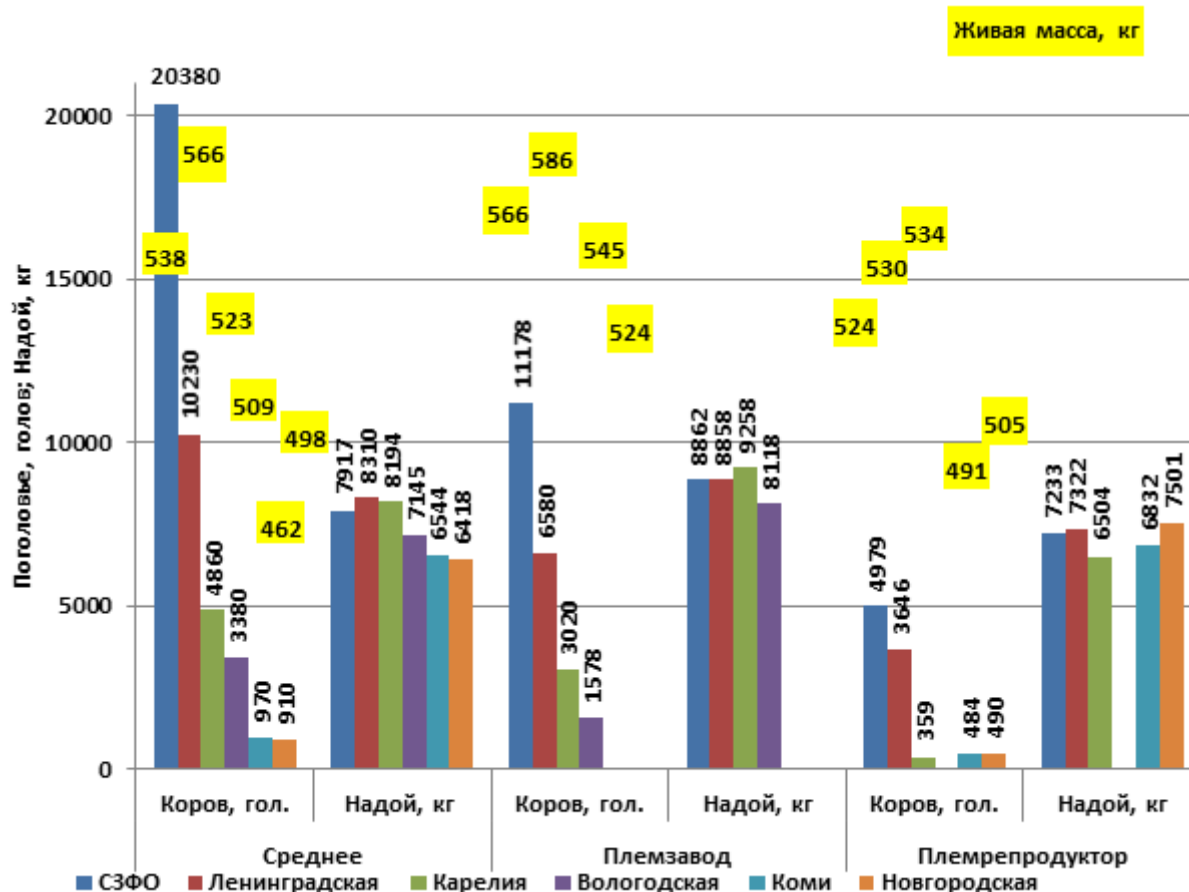


Рисунок 1 – Характеристика численности, надоя и живой массы коров айрширской породы по областям и республикам Северо-Западного федерального округа РФ по племязаводам и племярепродукторам

В Северо-Западном Федеральном округе РФ основное поголовье коров сосредоточено в Ленинградской области – 10230 голов (50,2%), в том числе 6580 голов в племязаводах и 3646 голов в племярепродукторах.

Второе место по численности занимает Республика Карелия – 4860 коров (23,8%), основное поголовье сосредоточено в племязаводах – 3020 коров и 359 голов – в племярепродукторе.

Третье место занимает Вологодская область – 3380 коров (16,6%), из которых 1578 голов содержат в племязаводах. Остальное поголовье коров относится к хозяйствам, не имеющим племенного статуса.

Четвертое и пятое место по численности занимают Республика Коми и Новгородская область – 970 (4,5%) и 910 коров (4,5%), из которых 484 и 490 коров относятся к племярепродукторам соответственно.

Наибольший надой коров (8310 кг молока) установлен по Ленинградской области, второе место по Республике Карелия – 8194 кг молока, третье – Вологодская область (7145 кг молока). По племязаводам Республика Карелия заняла первое место по надоям – 9258 кг молока, что превосходит показатели Ленинградской области на 400 кг молока (8858 кг), Вологодской – на 1140 кг (8118 кг).

По племрепродукторам первое место заняла Новгородская область, надой составил 7501 кг молока, что превосходит Ленинградскую область на 179 кг молока (7322 кг), Республику Коми – на 669 кг (6832 кг) и Республику Карелию – на 997 кг молока (6504 кг).

Следовательно, в СЗФО РФ основное место разведения айрширской породы крупного рогатого скота является Ленинградская область, Республика Карелия, обладающая большей численностью поголовья коров и высокими показателями надоя.

Живая масса коров является одним из показателей развития животных. Наибольшая живая масса коров выявлена в среднем по Ленинградской области – 566 кг и Республике Карелии – 523 кг (рисунк 2). По племзаводам самая большая живая масса коров (586 кг) – по Ленинградской области, что превосходит средние показатели по СЗФО РФ на 27 кг.

Самые низкие показатели живой массы коров установлены в Республике Коми по племрепродукторам – 491 кг, что ниже средних показателей на 33 кг.

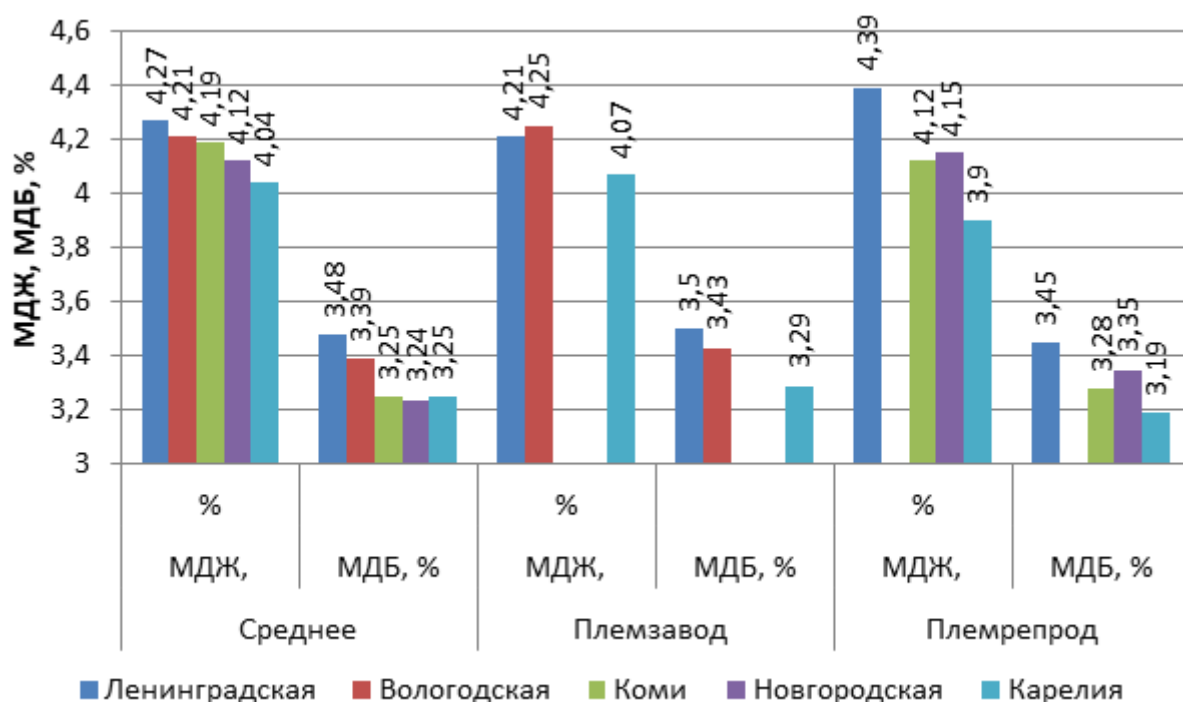


Рисунок 2 – Характеристика МДЖ и МДБ в молоке коров айрширской породы по областям и республикам Северо-Западного федерального округа РФ по племзаводам и племрепродукторам

Как одна из самых жирномолочных пород айрширская порода в среднем по областям и республикам СЗФО РФ имеет МДЖ в молоке коров выше 4,04%. Наибольшей МДЖ в молоке коров отличается Ленинградская область – 4,27%, второе место Вологодская – 4,21%,

третье – Республика Коми – 4,19%, четвертое – Новгородская область – 4,12%, пятое – Республика Карелия – 4,04%.

По племязаводам лидирует Вологодская область – 4,25%, второе место Ленинградская область – 4,21%, третье – Республика Карелия – 4,07%.

Самый высокий показатель МДЖ в молоке коров по племярепродукторам Ленинградской области – 4,39%, что превосходит данные по Новгородской области на 0,24% (4,15%), Республики Коми на 0,27% (4,12%), Республики Карелия на 0,49% (3,90%).

Высокий показатель МДБ в молоке коров установлен по Ленинградской области (3,48%) и Вологодской (3,39%). Данный показатель по Республикам Коми, Карелия и Новгородской области находится в пределах 3,24–3,25%, что уступает Ленинградской области на 0,24%.

В племязаводах лучшие показатели МДБ в молоке коров Ленинградской (3,50%) и Вологодской области (3,43%), что превосходит данные по Республике Карелия на 0,21%.

По племярепродукторам Ленинградская область сохраняет лидирующие позиции по МДБ – 3,45%, что превосходит показатели Новгородской области на 0,10% (3,35%), Республики Коми на 0,17% (3,28%) и Республики Карелия на 0,26% (3,19%).

Это свидетельствует о том, что лидирующие по численности и продуктивности коров республики и области имеют высокие качественные показатели молока (МДЖ и МДБ в молоке) и живой массе коров (Ленинградская и Вологодская области, Республика Карелия).

В Центральном федеральном округе РФ численность коров айрширской породы составляет 3910 голов, в том числе в Московской области – 1310 голов, Тульской – 1000, Белгородской – 920 и Ярославской – 270 голов (рисунки 3).

В племязаводах содержат 1725 коров, в том числе 844 – в Московской области, 629 – Тульской области и 252 коров в Ярославской области.

Всего в племярепродукторах числится 1662 головы, из них основное поголовье – 915 коров находится в Белгородской области, 97 – в Тульской области.

Самые высокие показатели надоя в среднем по ЦФО РФ установлены в Тульской области – 8401 кг молока, по племязаводам – 9232 кг молока и племярепродукторам – 8414 кг молока, что превосходит средние показатели на 812 кг, п/з – +911 кг и п/р – +675 кг молока соответственно.

По племязаводам надой коров в Московской и Ярославской областях находится на одном уровне – 7775 кг и 7874 кг молока соответственно.

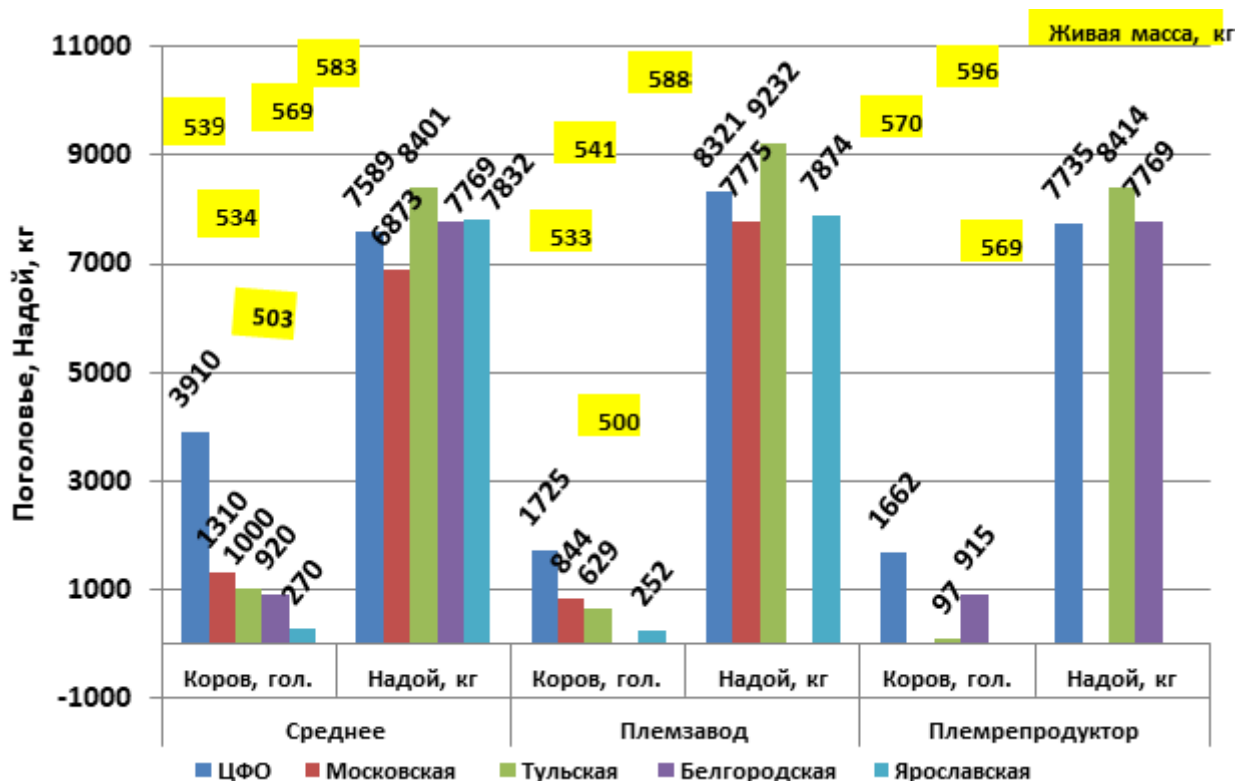


Рисунок 3 – Характеристика численности, надоя и живой массы коров айрширской породы по областям Центрального федерального округа РФ по племзаводам и племрепродукторам

Наибольшей живой массой отличаются коровы в Ярославской области – в среднем 583 кг, а по племзаводу – 588 кг, что превосходит показатели Белгородской области на 14 кг (569 кг), Московской – на 49 кг и Тульской – на 83 кг. Следует отметить очень низкую живую массу коров в среднем по Тульской области (503 кг) и племзаводам (500 кг), при этом установлен самый высокий надой коров – 8401 кг молока, по племзаводам – 9232 кг молока.

Качественные показатели молока в среднем по Центральному федеральному округу РФ составляют 4,20% (рисунок 4). Первое место занимает Московская область – 4,24%, второе – Ярославская – 4,21%, третье – Белгородская – 4,18% и 4 место Тульская область – 4,07%. По племзаводам сохранилось распределение по МДЖ в молоке коров: первое место – Московская область – 4,30%; второе – Ярославская – 4,25%; третье – Тульская область – 4,18%.

В двух племрепродукторах ЦФО Белгородской и Тульской областей МДЖ в молоке ниже средних показателей (4,23%) на 0,05% и 0,15%.

По МДБ в молоке коров в среднем по ЦФО самые высокие показатели получены по Ярославской (3,51%) и Белгородской областям (3,50%). В племзаводах лучшие показатели получены по Московской (3,54%) и Ярославской (3,52%) областям.

Следовательно, в среднем по ЦФО РФ и племязаводам лучшими показателями МДЖ и МДБ в молоке коров отличаются Московская (4,24%; 4,25%; 3,45%; 3,54%) и Ярославская (4,21%; 4,25%; 3,51%; 3,52%) области.

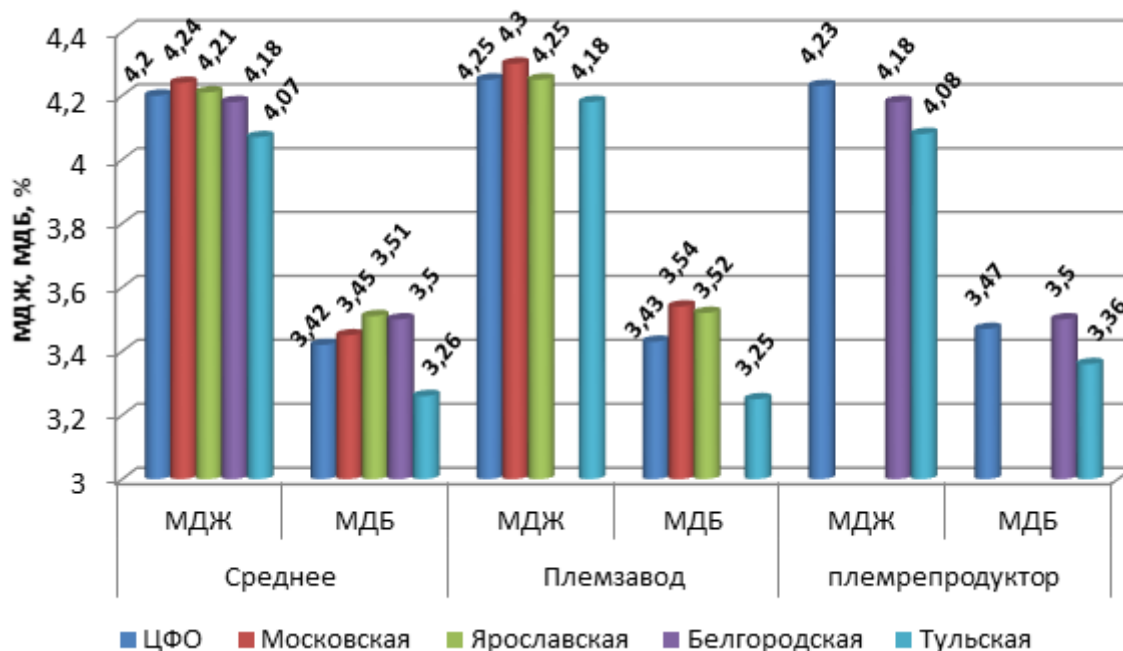


Рисунок 4 – Характеристика МДЖ и МДБ в молоке коров айрширской породы по областям Центрального федерального округа РФ по племязаводам и племярепродукторам

В Южном Федеральном округе РФ числится 4760 коров, из которых 3310 голов – в Краснодарском крае, 1150 голов – в Ростовской области и 300 коров в Волгоградской области (рисунок 5).

В Краснодарском крае из 3310 коров, 1795 голов относится к племязаводам и 1419 голов к племярепродукторам. В Ростовской области одно хозяйство имеет статус племярепродуктора с поголовьем 1149 голов. В Волгоградской области числится 300 коров, которые представлены одним племязаводом с поголовьем 297 коров.

В данной области получен высокий надой – 7717 кг молока, что соответствует показателям племязавода. Наивысший надой получен в Краснодарском крае, в племярепродукторе – 7882 кг молока, что превосходит средние показатели по ЮФО РФ на 687 кг, Ростовскую область – на 1537 кг молока.

По живой массе коров в среднем по Ростовской области и Краснодарскому краю не выявлено значительной разницы и составляет 536 кг, 532 кг соответственно. Наименьшей живой массой отличаются коровы в Волгоградской области (499 кг), что уступает Ростовской области 37 кг, Краснодарскому краю – 33 кг.

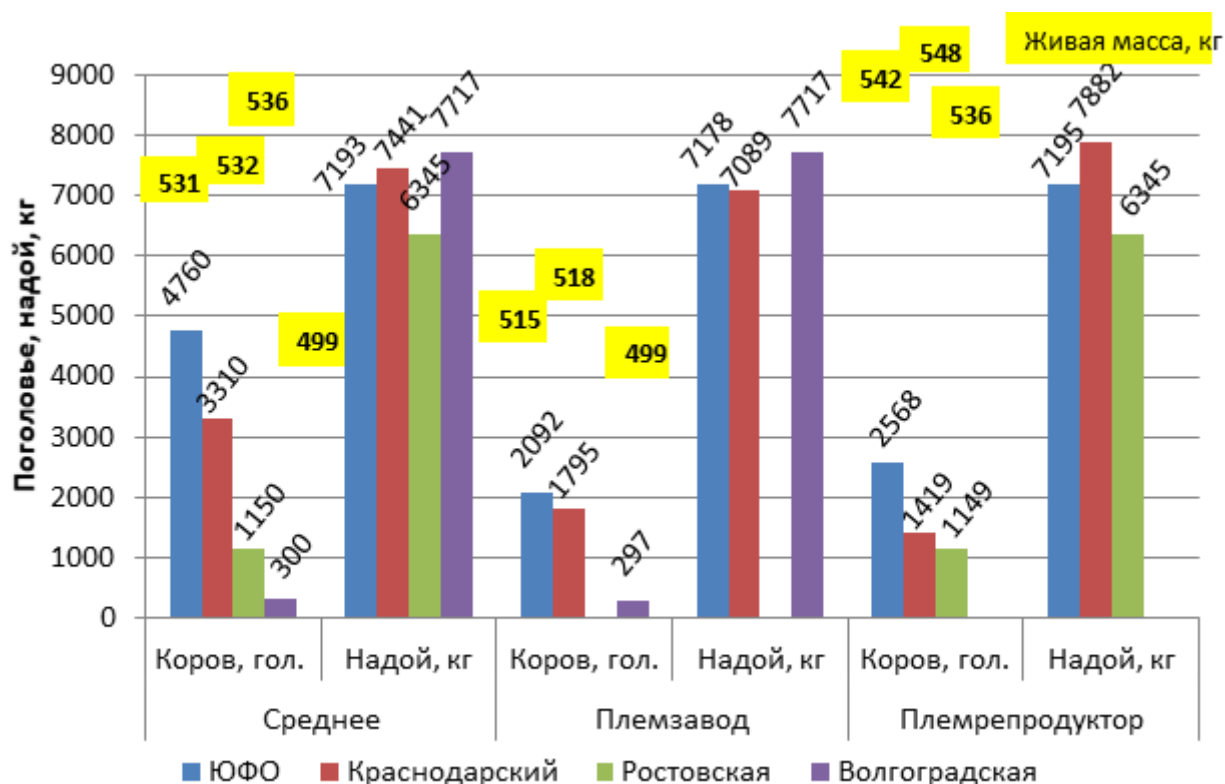


Рисунок 5 – Характеристика численности, надоя и живой массы коров айрширской породы по областям Южного федерального округа РФ по племязаводам и племярепродукторам

В Южном федеральном округе РФ по качественным показателям молока выявлены самые высокие показатели МДЖ (4,27%) и МДБ (3,37%) по племязаводу Волгоградской области с самым маленьким поголовьем (297 коров) (рисунок 6).

Второе место по качественным показателям молока занимает Ростовская область, представленная одним племярепродуктором с МДЖ 4,16%, что превосходит данные Краснодарского края по МДЖ на 0,12% (4,04%).

В среднем по ЮФО РФ по МДЖ в молоке коров первое место занимает Волгоградская область – 4,27%, второе – Ростовская – 4,16% и третье – Краснодарский край – 4,04%. По МДБ в молоке коров установлена обратная тенденция: первое место – Краснодарский край – 3,37%, второе – Ростовская область – 3,32% и третье место – Волгоградская область – 3,26%.

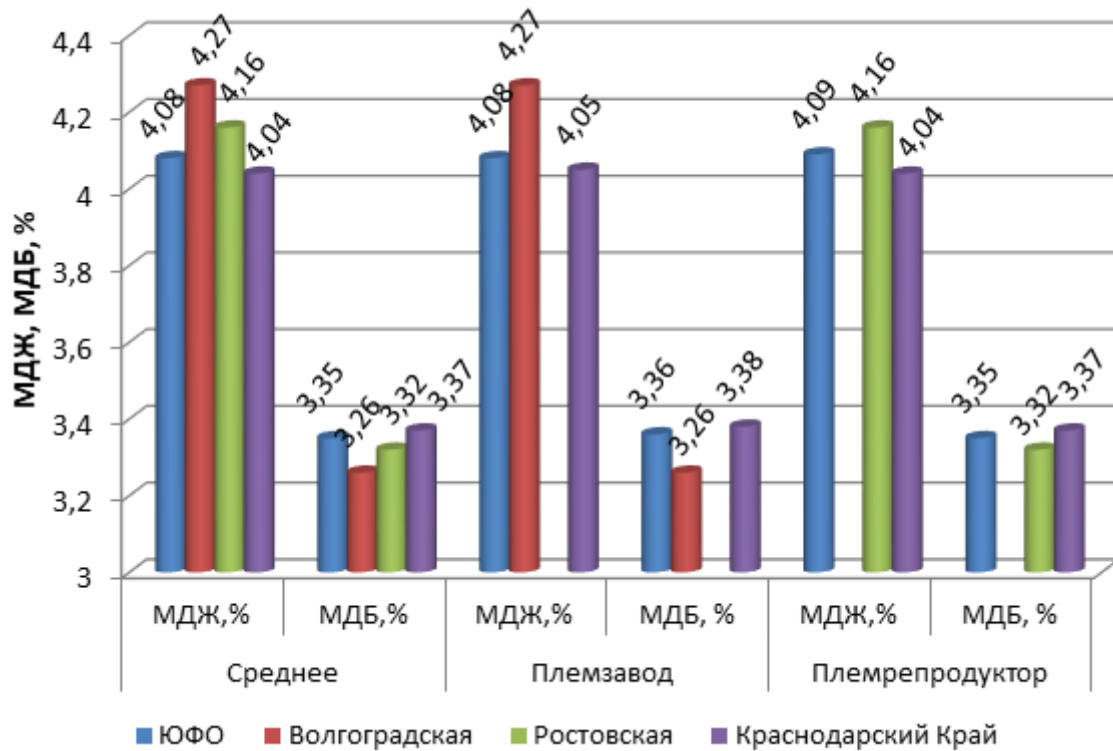


Рисунок 6 – Характеристика МДЖ и МДБ в молоке коров айрширской породы по областям Южного федерального округа РФ по племзаводам и племрепродукторам

По Приволжскому федеральному округу числится 3510 коров, в том числе 1610 коров в Кировской области, 1230 – в Самарской области и 250 коров в Республике Башкортостан (рисунок 7).

В Кировской области 1177 коров разводят в племзаводе и 527 коров в племрепродукторе. В Самарской области – 1226 коров и Республике Башкортостан – 249 коров относятся к племрепродукторам.

По величине надоя коров первое место занимает Кировская область как в среднем – 8772 кг молока, так и по племзаводам – 8779 кг и племрепродукторам – 8424 кг молока.

В племрепродукторах Самарской области надой коров составляет 7253 кг молока, в Республике Башкортостан – 6390 кг молока, что уступает средним показателям по ПФО РФ на 743 кг и 1606 кг молока соответственно.

В Республике Башкортостан установлена самая большая живая масса коров (566 кг), что превосходит средние показатели по ПФО на 20 кг, Самарскую область – на 34 кг. При этом необходимо отметить в Республике Башкортостан самое минимальное поголовье коров (249 голов) с самым низким надоем (6390 кг молока).

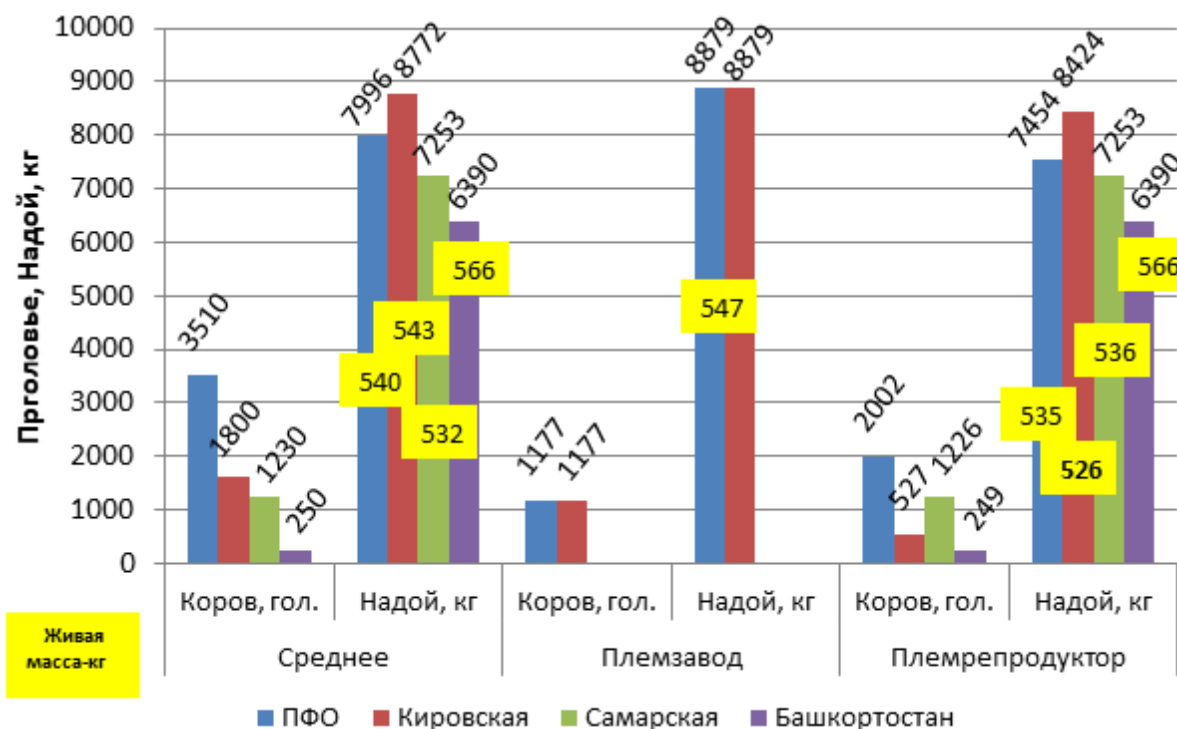


Рисунок 7 – Характеристика численности, надоя и живой массы коров айрширской породы по Приволжскому федеральному округу РФ, племязаводам и племярепродукторам

Приволжский федеральный округ РФ отличается высокими качественными показателями в молоке коров: в среднем МДЖ – 4,40%, МДБ – 3,46%, в племязаводе МДЖ – 4,33%, МДБ – 3,60%, в племярепродукторах МДЖ – 4,51%, МДБ – 3,40% (рисунок 8).

Наивысший показатель МДЖ в молоке коров установлен в племярепродукторе Самарской области – 4,64%, что превосходит данные по Кировской области на 0,21%, Республики Башкортостан на 0,64%. По Кировской области МДЖ в молоке ниже среднего уровня на 0,07% (4,33%), а показатель белковомолочности самый высокий – 3,60%, что превосходит средние показатели на 0,17%, данные Республики Башкортостан на 0,51% (3,09%).

Следовательно, в Самарской области самый высокий показатель МДЖ в молоке коров – 4,64%, а в Кировской области МДБ – 3,60%.

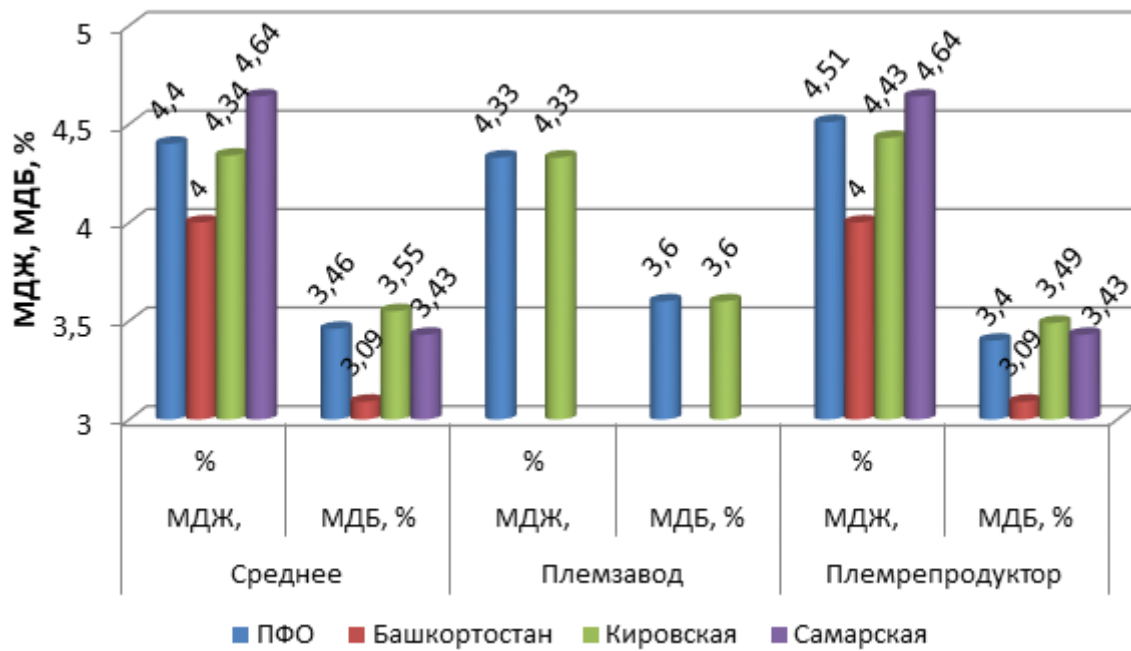


Рисунок 8 – Характеристика МДЖ и МДБ в молоке коров айрширской породы по Приволжскому федеральному округу РФ, племзаводам и племрепродукторам

В Сибирском ФО РФ в племзаводе Томской области содержат айрширскую породу крупного рогатого скота в количестве 686 коров с надоем 8209 кг молока, МДЖ – 4,41%, МДБ – 3,43% и живой массой 578 кг (таблица 1).

В племрепродукторе Ставропольского края С-КФО РФ выявлено наименьшее поголовье – 212 коров с надоем 8304 кг молока с низким показателем МДЖ (3,85%) относительно Томской области (СибФО) – 4,41%, разница составляет 0,56%. В Ставропольском крае С-КФО РФ живая масса коров очень низкая (501 кг) относительно Племзавода Томской области – 578 кг, разница составляет 77 кг.

Таблица 1– Характеристика СибФО и С-КФО РФ по продуктивным показателям коров айрширской породы

Округ РФ, область, край	Продуктивные показатели				
	Коров, гол.	Надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг
СибФО Томская область (племзавод)	686	8209	4,41	3,43	578
С-КФО Ставропольский край (племрепродуктор)	212	8304	3,85	3,34	501

Следовательно, надой коров в Томской области и Ставропольском крае находится на одном уровне – 8209 кг и 8304 кг молока соот-

ветственно, при этом в Томской области выявлен высокий показатель МДЖ – 4,41% и живой массы – 578 кг.

Выводы

Основным ареалом племенного разведения айрширской породы крупного рогатого скота в России является Северо-Западный федеральный округ, в котором сосредоточено 20380 коров, в том числе в племзаводах 11178 коров (54,9%) и племрепродукторах 4979 коров (24,4%). В СЗФО большую часть племенного поголовья разводят в Ленинградской области – 10230 коров (50,2%), в республике Карелия – 4860 коров, Вологодской области – 3380 коров (16,9%), Республике Коми 970 коров (4,8%), Новгородской области 910 коров (4,5%).

По СЗФО в среднем по надюю коров лидирует Ленинградская область – 8310 кг молока, по племзаводам – Республика Карелия – 8194 кг, племрепродукторам – Новгородская область – 7501 кг молока.

Ленинградская область по МДЖ и МДБ в молоке коров в среднем и племрепродукторам занимает первое место (МДЖ – 4,27%; МДБ – 3,48%; МДЖ – 4,38%; МДБ – 3,45% соответственно). По племзаводам первое место занимает Вологодская область – МДЖ 4,25%.

В Центральном федеральном округе РФ в пяти областях разводят айрширскую породу: в Московской – 1310 коров; Тульской – 1000; Белгородской – 920; Ярославской – 250, всего 3910 коров.

Высокие показатели надоя по ЦФО РФ установлены в Тульской области – 8401 кг молока в среднем, по племзаводам – 9232 кг молока и племрепродукторам – 8414 кг молока.

Наивысший показатель МДЖ в молоке коров – 4,24% установлен в среднем по Московской области и племзаводам – 4,30%.

В двух областях выявлен самый высокий показатель МДБ в молоке: Московская – 3,54%, Ярославская – 3,52% (племязаводы).

В Южном федеральном округе РФ числится 4760 коров в двух областях – Ростовской (1149 коров), Волгоградской (300 коров) и Краснодарском крае (1795 коров). Необходимо отметить, что в ЮФО РФ сокращается статус племязаводов – 44,0% и увеличивается статус племрепродукторов – 54,0%.

В племрепродукторе Краснодарского края получен наивысший надой – 7882 кг молока, что превосходит средние показатели по ЮФО РФ на 687 кг, Ростовскую область – на 1537 кг молока.

Самый высокий показатель МДЖ (4,27%) получен по племязаводу Волгоградской области, а МДБ (3,37%) – в племрепродукторе Краснодарского края.

Приволжский федеральный округ РФ включает 3510 коров, из них 1610 голов в Кировской области, 1230 – в Самарской и 250 коров в Республике Башкортостан. Соответствуют статусу племязавода – 33,0%

поголовья и 57,0% – племрепродуктору. Кировская область по надою 8772 кг молока и МДБ (3,60%) занимает первое место, по МДЖ самый высокий показатель (4,64%) получен в Республике Башкортостан.

В малочисленных популяциях Томской области и Ставропольского края надой находится на одном уровне – 8209 и 8304 кг молока, а самые высокие показатели МДЖ – 4,41% (+0,51%) и живой массы 578 кг (+77 кг) имеет Томская область.

Следовательно, наиболее многочисленное племенное поголовье айрширской породы с высокими показателями надоя, МДЖ, МДБ и живой массы по сравнению с другими округами находится в СЗФО РФ. Необходимо отметить, что в каждом округе сформировались лидеры (область, республика, край) по продуктивным показателям.

Литература:

1. Лоретц, О.Г. Оценка быков-производителей зарубежной и отечественной селекции, используемых в племенных хозяйствах Свердловской области / О.Г. Лоретц, И.М. Донник, Н.А. Климова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – №4. – С. 14–17.
2. Лукьянов, К.И. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота / К.И. Лукьянов, П.М. Федяев // Генетика и разведение животных. – 2016. – №4. – С. 11–19.
3. Отечественное животноводство на пороге третьего десятилетия XXI века / М.И. Дунин, Е.Н. Суслина, Л.Н. Григорян [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 1. – С. 7–9.
4. Горелик, О.В. Молочная продуктивность коров голштинских линий черно-пестрого скота / О.В. Горелик, Н.А. Федосеева, И.В. Кныш // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56. – С. 99–105.
5. Tuzov I. N., et al. Using Holstein cattle in conditions of the Krasnodar territory. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, no. 10 (12), pp. 3160-3163. (In English) – Text direct
6. Foksha V., Konstandoglo A. Dairy productivity of Holstein cows and realization of their genetic potential. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, V. 25, pp. 31-36. (In English) – Text direct
7. Формирование популяции айрширской породы крупного рогатого скота в Вологодской области / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 29–30.
8. Пономарева, Е.А. Молочная продуктивность коров голштинской породы различного происхождения / Е.А. Пономарева, Н.И. Татаркина // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 1. – С. 43–45.
9. Региональная система геномной оценки как базовый элемент

национальной программы генетического совершенствования крупного рогатого скота / А.А. Сермягин, А.Н. Ермилов, И.Н. Янчуков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 7. – С. 3–7.

10. Абрамова, Н.И. Создаваемый Вологодский тип айрширской породы / Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова // Перспективы развития айрширской породы крупного рогатого скота в России: сборник научных трудов. – Вологда ; Молочное. – 2008. – С. 8–13.

11. Чинаров, В.И. Потенциал племенного молочного скотоводства / В.И. Чинаров // Молочная промышленность. – 2018. – № 11. – С. 69–71.

12. Технология ускоренного совершенствования молочных стад с использованием отечественного и зарубежного генофонда: метод. рекомендации / В.М. Шириев, И.Ф. Юмагузин, С.С. Ардаширов и др. – Уфа, 2011. – 44 с.

13. Хромова, О.Л. Характеристика современного состояния отрасли молочного скотоводства Северо-Западного Федерального округа и Вологодской области / О.Л. Хромова, Н.И. Абрамова, Н.В. Зенкова // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 3 (43). – С. 99–113.

14. Тенденции развития молочного скотоводства Вологодской области и Северо-Западного региона / Г.С. Власова, Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 1 (21). – С. 14–19.

15. Проблемы и вопросы при прогнозировании генетической племенной ценности сельскохозяйственных животных / А.Е. Калашников, А.И. Голубков Н.Ф. Щегольков [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. № 4. – С. 77–96. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-77-96>

16. Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы с разным продуктивным использованием / А.И. Голубков, Л.В. Ефимова, А.А. Голубков [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. № 4. – С. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-97-104>.

17. Холодова, Л.В. Генетический потенциал и племенная ценность быков-производителей / Л.В. Холодова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. № 2. – С. 106–113. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-106-113>

18. Misztal I., Stein Y., Lourenco D. A. L. Genomic evaluation with multibreed and crossbred data. *JDS Communications*, 2022, pp. 1-10. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0177> (In English) – Text electronic

19. Селимян, М.О. Сравнительная характеристика наследуемости селекционируемых признаков в стадах айрширской породы / М.О.

Селимян, Н.И. Абрамова // Зоотехния. – 2022. – № 10. – С. 7–10.

20. Современное состояние молочного скотоводства в мире, России и Вологодской области / Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова, М.О. Селимян [и др.] // АгроЗооТехника. – 2024. – Т. 7. – № 2.

21. Качественные показатели молока коров типа прилуцкий айрширской породы / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 31–32.

22. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2023 год). – Москва: ФГБНУ ВНИИплем, 2024 – 242 с.

References:

1. Loretts O. G., Donnik I. M., Klimova N. A. Evaluation of servicing bulls of international and national breeding used in breeding farms of the Sverdlovsk Region. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2012, no. 4, pp. 14-17. (In Russian) – Text direct

2. Luk`yanov K. I., Fedyaev P. M. Modern trends in the index assessment of the dairy cattle breeding value. *Genetika i razvedenie zhivotnykh* [Genetics and Breeding of Animals], 2016, no. 4, pp.11-19. (In Russian) – Text direct

3. Dunin M. I., Suslina E. N., Grigoryan L. N., et al. Domestic animal husbandry on the threshold of the third decade of the XXI century. *Zootekhnika* [Animal Science], 2021, no. 1, pp. 7-9. (In Russian) – Text direct

4. Gorelik O. V., Fedoseeva N. A., Knysh I. V. Dairy productivity of Black-and-White cows of Holstein lines. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University], 2019, V. 56, no. 1, pp. 99-105. (In Russian) – Text direct

5. Tuzov I. N., et al. Using Holstein cattle in conditions of the Krasnodar territory. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, no. 10 (12), pp. 3160-3163. (In English) – Text direct

6. Foksha V., Konstandoglo A. Dairy productivity of Holstein cows and realization of their genetic potential. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, V. 25, pp. 31-36. (In English) – Text direct

7. Тяпугин Е. А., Тяпугин С. Е., Абрамова Н. И., et al. Formation of the population of the Ayrshire cattle breed in the Vologda Region. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2011, no. 4, pp. 29-30. (In Russian) – Text direct

8. Ponomareva E. A., Tatarkina N. I. Dairy productivity of Holstein cows of various origins. *Vestnik Kurganskoy GSKhA* [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy], 2019, no. 1, pp. 43-45. (In Russian) – Text direct

9. Sermyagin A. A., Ermilov A. N., Yanchukov I. N., et al. The regional genomic assessment system as a basic element of the national program for the genetic improvement of cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2017, no. 7, pp. 3-7. (In Russian) – Text direct

10. Abramova N. I., Bogoradova L. N. The Vologda type of Ayrshire breed being created. *Sbornik nauchnykh trudov. Perspektivy razvitiya ayrshirskoy porody krupnogo rogatogo skota v Rossii* [Proceedings. Prospects for the Development of the Ayrshire Cattle Breed in Russia]. Vologda – Molochnoe, 2008, pp. 8-13. (In Russian) – Text direct

11. Chinarov V. I. The potential of pedigree dairy cattle breeding. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2018, no. 11, pp. 69-71. (In Russian) – Text direct

12. Shiriev V. M., Yumaguzin I. F., Ardashirov S. S., et al. *Tekhnologiya uskorenogo sovershenstvovaniya molochnykh stad s ispol'zovaniem otechestvennogo i zarubezhnogo genofonda: Metod.rekom.* [Technology of Accelerated Improvement of Dairy Herds Using Domestic and Foreign Gene Pools]. Ufa, 2011. 44 p. (In Russian) – Text direct

13. Khromova O. L., Abramova N. I., Zenkova N. V. Characteristics of the current state of the dairy cattle industry in the North-Western Federal District and the Vologda Region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, no. 3 (43), pp. 99-113. (In Russian) – Text direct

14. Vlasova G. S., Abramova N. I., Bogoradova L. N., et al. Trends in the development of dairy cattle breeding in the Vologda Region and the North-Western Region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2016, no. 1 (21), pp. 14-19. (In Russian) – Text direct

15. Kalashnikov A. E., Golubkov A. I., Shchegol'kov N. F., et al. Problems and issues in predicting the genetic breeding value of farm animals. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* [Bulletin of NGAU (the Novosibirsk State Agrarian University)], 2022, no. 4, pp. 77-96. Available at: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-77-96> (In Russian) – Text electronic

16. Golubkov A. I., Efimova L. V., Golubkov A. A., et al. Dairy productivity of Red-and-White cows with different productive use. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* [Bulletin of NGAU (the Novosibirsk State Agrarian University)], 2022, no. 4, pp. 97-104. Available at: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2022-65-4-97-104> (In Russian) – Text electronic

17. Kholodova L. V. Genetic potential and breeding value of servicing bulls. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* [Bulletin of NGAU (the Novosibirsk State Agrarian University)], 2020, no. 2, pp. 106-113. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-106-113>

(In Russian) – Text electronic

18. Misztal I., Stein Y., Lourenco D. A. L. Genomic evaluation with multibreed and crossbred data. *JDS Communications*, 2022, pp. 1-10. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0177> (In English) – Text electronic

19. Selimyan M. O., Abramova N. I. Comparative characteristics of the heritability of selected traits in herds of the Ayrshire breed. *Zootekhnika [Animal Science]*, 2022, no. 10, pp. 7-10. (In Russian) – Text direct

20. Abramova N. I., Khromova O. L., Selimyan M. O., et al. The current state of dairy cattle breeding in the world, Russia and the Vologda Region *AgroZooTekhnika [Agricultural and Livestock Technology]*, 2024, V. 7, no. 2. (In Russian) – Text direct

21. Тяпугин Е. А., Тяпугин С. Е., Abramova N. I., et al. Milk qualitative indicators of cows of the Prilutsky type of Ayrshire breed. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and Beef Cattle Farming]*, 2011, no. 4, pp. 31-32. (In Russian) – Text direct

22. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii (2023 god) [Yearbook on Breeding Work in Dairy Cattle Breeding in Farms of the Russian Federation (2023)]*. Moscow, FGBNU VNIIPlem Publ., 2024. 242 p. (In Russian) – Text direct

Characteristics of the Ayrshire Productive Indicators by Regions, Republics and Districts of the Russian Federation

Abramova Natal`ya Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading researcher, the Department of Livestock Breeding

e-mail: natali.abramova.53@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Khromova Ol'ga Leonidovna, a senior researcher

e-mail: sznii@list.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Selimyan Maxim Olegovich, a junior researcher

e-mail: sss090909@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Zenkova Natal'ya Valer'evna, a junior researcher

e-mail: zenkova208@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming – a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: district, republic, territory, region, population, breed, Ayrshire, productivity, milk yield, mass fraction of fat, mass fraction of protein, live weight.

Abstract. The characteristics of the modern Ayrshire cattle breed in the Russian Federation by districts, republics and regions make it possible to identify the level of productivity of cows, taking into account the breeding status, which determines the relevance and novelty of the research. The research was carried out using grouping, sampling, and comparing indicators

in graphic form based on statistical data as of January 1st, 2024 from the Yearbook on breeding work in dairy farming in the Russian Federation. The Northwestern Federal District is identified as the main breeding area of the Ayrshire breed. It includes 20,380 cows; in particular 54.9% are there in stud farms and 24.4% in pedigree breeding units. The district includes three regions: the Leningrad Region (50.2% of cows), the Vologda Region (16.6%), and the Novgorod one (4.5%), and two republics: the Republic of Karelia (23.8%) and the Komi Republic (4.5%). The leaders in milk yield, mass fraction of fat, and mass fraction of protein by stud farms are the Republic of Karelia with 9,258 kg of milk; the Leningrad Region with milk yield of 8,858 kg, fat mass fraction of 4.27%, and protein mass fraction of 3.48%; the Vologda Region with milk yield of 8,118 kg, fat mass fraction of 4.21%, and protein mass fraction of 3.39%. There are 3,910 cows in the Central Federal District of the Russian Federation, including 44.1% in stud farms and 42.5% in pedigree breeding units. The largest number of cows (1,300 heads) is concentrated in the Moscow Region: 1,000 heads in the Tula Region, 920 heads in the Belgorod Region, and 250 heads in the Yaroslavl Region. The highest milk yield (9,232 kg) was obtained at the stud farm of the Tula Region. The average milk yield in other regions is in the range of 7,589-7,769 kg. In terms of fat mass fraction, the Moscow Region leads with 4.30% and the Yaroslavl Region with 4.25%. In the Southern Federal District of the Russian Federation, the Ayrshire breed accounts for 4,760 cows, including 44.1% in stud farms and 42.5% in pedigree breeding units. The main number of cows is concentrated in the Krasnodar Territory with 3,310 heads (69.5%) and the high milk yield (7,882 kg) was obtained in the pedigree breeding unit. The Volga Federal District of the Russian Federation includes 3,510 cows, of which 45.9% belong to the Kirov Region, 35.0% to the Samara Region, and 7.1% to the Republic of Bashkortostan. The ratio of breeding status was 33.5% (stud farm) and 57.0% (pedigree breeding unit). In terms of milk productivity, the Kirov Region occupies a leading position with 8,772 kg, fat mass fraction of 4.43%, and protein mass fraction of 3.60%. Inconsistently, breeding farms with high milk productivity rates of Ayrshire cows have developed in each federal district.

Влияние биологических консервантов на изменение питательности и энергетической ценности силоса, приготовленного из бобово-злаковых компонентов в условиях Вологодского региона

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения 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 научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения 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: силос, биоконсервант, качество, питательность, кислотность

Аннотация. Силосование – это метод консервирования кормов, основанный на спонтанном молочнокислом брожении в анаэробных условиях. Следовательно, качество силоса может быть очень изменчивым, и единственный способ эффективно контролировать процесс ферментации – это использовать биологические консерванты. Цель исследований – дать сравнительную оценку качества силоса из бобово-злаковой смеси, заготовленного в хозяйствах с применением бактериальных заквасок в условиях Вологодского региона. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния биологических консервантов «Бонсилаж Форте», «Биоамид-3», содержащих различные штаммы молочнокислых и пропионовокислых бактерий и без микробных добавок, на качество консервируемых кормов. Наибольший выход сухого вещества (271,2 г.) выявлен у силоса, приготовленного без биологической закваски. Несмотря на это, его питательная ценность оказалась ниже, чем у силоса, обработанного «Биоамид-3». Питательная ценность силоса колебалась в диапазоне от 0,85 до 0,89 кормовых единиц. Наивысшие показатели обменной энергии и содержания сырого протеина зафиксированы в силосе, обработанном консервантом «Биоамид-3» (10,46 МДж/кг и 15,33 % сухого вещества). Содержание сырой клетчатки в изучаемых силосах находилось в пределах 27,78–27,96%. Самой низкой величиной этого показателя характеризовался корм в вариантах с применением консерванта «Биоамид-3» (27,78%), в котором она была меньше, чем в двух других вариантах. При анализе минеральной питательности силосов было выявлено незначительное превосходство силоса из бобово-злаковой смеси с «Биоамид-3» по содержанию кальция над другими вариантами на 5,98–7,69%. В вариантах с консервантами наблюдалось снижение нейтрально-детергентной клетчатки до уровня 49,67–51,19%. В то же время силос без консервантов характеризовался высоким содержанием НДК – 53,87%. Похожая закономерность наблюдалась и для кислотно-детергентной клетчатки в исследуемых образцах корма. Во всех анализируемых пробах силоса средний показатель активной кислотности равнялся 4,24 единицам pH. Проведенное исследование показало, что применение консервирующих добавок в силосе и отсутствие таковых обеспечивало содержание молочной кислоты в общей сумме органических кислот на уровне 70,20–75,33%, что указывает на их высокое качество с учетом существующих норм. При этом незначительное присутствие масляной кислоты (0,11%) в силосе с консервантом «Бонсилаж Форте» не является критичным.

Введение

Снабжение населения продуктами питания и производство надежной кормовой базы для животноводства являются приоритетными направлениями в развитии сельского хозяйства Вологодского региона.

В хозяйствах региона главная причина уменьшения удоев – ввод в рационы травяных консервированных кормов низкого качества, содержащих в 1 кг сухого вещества 8,5–9 МДж обменной энергии и 10–12% сырого протеина. Современный дефицит в обеспечении сельскохозяйственных животных качественным и питательным кормом серьезно замедляет устойчивое развитие молочной индустрии [1, 2].

Без качественных кормов, особенно силоса с хорошими органолептическими свойствами и достаточным содержанием питательных веществ, невозможно добиться высокой рентабельности производства молока.

Силосование обеспечивает длительное хранение кормов, сохраняя при этом максимум питательных веществ [3].

В процессе силосования кормов необходимо учитывать видовой состав травостоя, влажность растительного сырья и степень его измельчения, погодные условия на момент закладки силосуемой массы в хранилище и продолжительность процесса силосования [4]. А также нужно прилагать усилия к тому, чтобы процесс консервирования не ухудшал питательную ценность исходного сырья. Важно, чтобы данный продукт обладал высокой концентрацией сухого вещества на единицу массы, при этом энергетическая ценность составляла не менее 10,5 МДж на килограмм. Физико-механические и химические свойства должны гарантировать его полное, практически безотходное потребление. Соблюдение всех необходимых условий для получения высококачественного силоса представляет собой сложную задачу, но при наличии должного стремления она решается [5].

Наибольший ущерб в качестве силоса возникает из-за активности микроорганизмов, потребляющих питательные компоненты силосуемой массы в процессе клеточного метаболизма (брожения), что приводит к потерям до 30% в отдельных аграрных предприятиях. Контролировать процесс ферментации и добиваться желаемого типа брожения возможно, увеличивая популяцию полезных микроорганизмов путем их внешнего добавления. Решению этой проблемы способствуют консерванты, предназначенные для кормов. Главная цель их применения – препятствовать размножению микробов, чья активность приводит к снижению пищевой ценности и ухудшению вкусовых качеств корма [3].

Для сохранения высокого качества и питательности силоса используются различные консерванты, которые, по мнению ученых, позволяют в разы снизить потери питательных веществ. Сегодня

более востребованы биоконсерванты, созданные с применением осмоотолерантных, а также гомоферментативных молочнокислых и пропионовокислых бактериальных штаммов. Эти препараты являются хорошей и более дешевой альтернативой химическим консервантам благодаря своим высоким консервирующим свойствам. Впрочем стоит отметить, что эффективность многих из этих консервантов значительно снижается при необходимости подавления активности дрожжевых и плесневых грибов [6, 7].

Новые биологические консерванты основаны на бактериальных заквасках, проявляющих высокую ферментативную активность в отношении широкого спектра растительных углеводов, с особым акцентом на крахмал, декстрины и пентозы. Инновационные биопрепараты нового типа способствуют сохранению моносахаридов, которые при стандартном процессе силосования обычно преобразуются в органические кислоты, содержащиеся в силосе [8].

Биологическое консервирование зеленых кормов опирается на молочнокислое брожение, являющееся ключевым процессом. Молочная кислота, образующаяся в процессе ферментации сахара молочнокислыми бактериями, снижает pH среды, что препятствует росту неблагоприятных микроорганизмов, таких как гнилостные и маслянокислые бактерии. Активность данных бактерий полностью останавливается, когда уровень pH среды достигает значений 4,2–4,3. Ввиду этого, для получения качественного силоса крайне важно, чтобы в растениях содержалось достаточное количество сахара, необходимое для образования молочной кислоты, которая подкислит массу до достижения pH 4,2 [9].

В настоящее время применение биологических консервантов в процессе силосования кормов представляется оправданным решением, поскольку они не только способствуют улучшению сохранности силоса и снижению потерь питательных веществ в ходе силосования, но и положительно влияют на переваримость корма и его поедаемость сельскохозяйственными животными.

Цель и задачи исследований

В связи с этим была поставлена цель – дать сравнительную оценку качества силоса из бобово-злаковой смеси, заготовленного в хозяйствах с применением бактериальных заквасок в условиях Вологодского региона.

Задачи исследования:

- определить содержание питательных веществ в бобово-злаковом силосе, заложенном с использованием биологических консервантов;
- изучить питательную ценность силосов, полученных при силосовании бобово-злаковой смеси;

- определить фракционный состав клетчатки силоса, заложенного с использованием биологических консервантов;
- определить активную кислотность и содержание органических кислот в силосе.

Материалы и методика исследований

Исследования были проведены в хозяйствах Вологодского региона в 2024 году, направлены на оценку влияния бактериальных консервантов на ферментацию, химический состав и общие показатели качества бобово-злакового силоса. Объектом исследования стали корма для животных собственного производства – бобово-злаковый силос, заготовленный на территории Вологодского региона.

Физико-химические исследования проведены на базе аналитической лаборатории химического анализа Центра коллективного пользования «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН в рамках государственного задания № FMGZ-2025-0016.

Все анализы выполняли в соответствии с национальным стандартом Российской Федерации, утвержденным Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии [10].

Для получения образцов из партии силоса применялся многократный отбор точечных проб с использованием механического пробоотборника глубокого бурения ОСА-2. Данный пробоотборник был разработан в Северо-Западном НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства. Образцы отбирались из разных точек на предельной глубине (не менее 2 метров), исключая при этом верхние 20 сантиметров грунта для проведения анализа [11, 12].

Все варианты силосов закладывались по аналогичной общепринятой технологии.

Чтобы всесторонне оценить эффективность биоконсервантов в плане сохранения, мы измерили ряд биохимических характеристик силосной массы:

1. показатель кислотности (рН) – ГОСТ 26180-84 «Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН)»;
2. количественное содержание молочной, масляной и уксусной кислот – методом Леппера – Флига (ГОСТ Р ГОСТ Р 55986— 2022 «Силос и силаж. Общие технические условия»).

Чтобы оценить степень сохранности питательных элементов, в завершении периода хранения кормов был выполнен детальный зоотехнический анализ:

1. процентное содержание сухого вещества и влаги определяли двухступенчатым методом – ГОСТ 31640-2012 «Корма. Методы определения содержания сухого вещества»;

2. процентное содержание сырого протеина определяли методом Къельдаля – ГОСТ 32044.1-2012 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина»;

3. процентное содержание сырой золы проводили согласно ГОСТ 32933-2014 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы»;

4. процентное содержание жира определяли по обезжиренному остатку в аппарате Сокслета – ГОСТ 13496.15- 2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения массовой доли сырого жира»;

5. содержание сахара - по ГОСТу 26176–2019 «Корма, комбикорма методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов»;

6. процентное содержание сырой клетчатки – ГОСТ ISO 6865-2015 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки»;

7. фракционный состав клетчатки – ГОСТ ISO 13906 «Корма для животных. Процентное содержание кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ)», ГОСТ ISO 16472 «Корма для животных. Процентное содержание содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы (аНДК)»;

8. уровень макроэлементов – ГОСТ 26570-95 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения кальция», ГОСТ 26657-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания фосфора»;

9. уровень каротина определяли фотометрическим методом – ГОСТ 13496.17-2019 «Корма. Методы определения каротина».

Питательность кормов определяли расчетным методом по уравнениям и регрессии с использованием коэффициентов переваримости кормов. Статистическая обработка данных осуществлялась по стандартным методикам с использованием пакета анализа данных программы MSExcel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

При выборе консервантов для силосования бобово-злаковых трав необходимо учитывать несколько ключевых факторов, чтобы обеспечить качественную сохранность корма и минимизировать потери питательных веществ:

- прежде всего, ключевым этапом является определение видов и численности бактерий, попадающих в закладываемый на силос корм;

- следует иметь в виду, что наиболее интенсивное подкисление достигается при использовании многокомпонентных бактериальных заквасок. В их состав входят различные молочнокислые бактерии, такие

как *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* и *Lactobacillus plantarum*. Последние, являясь активными производителями молочной кислоты, способствуют полному завершению процесса силосования;

– не менее важно учитывать аэробную устойчивость кормов. Для достижения этой цели рекомендуется применять инокулянты, в составе которых присутствуют специализированные гетероферментативные молочнокислые бактерии, такие как *Lactobacillus buchneri*. Эти бактерии, помимо синтеза молочной кислоты, также производят пропионовую кислоту. Она обладает фунгицидным действием, сдерживая размножение и рост дрожжей и плесневых грибов. В отличие от специализированных микроорганизмов, остальная микрофлора не способствует увеличению аэробной устойчивости кормов. Зачастую присутствие этих микроорганизмов или побочные продукты их метаболизма, напротив, активизируют процессы, приводящие к повышению температуры корма. Консерванты с ферментами могут стать решением для успешного силосования культур, которые традиционно плохо силосуются, поэтому при выборе консерванта это стоит учитывать [13].

Во всех сельскохозяйственных предприятиях для оценки результативности применения заквасок при силосовании были протестированы биоконсерванты: «Бонсилаж Форте» и «Биоамид-3». Основные параметры указанных препаратов отражены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Характеристики биологических консервантов

Консервант	Характеристика
Бонсилаж Форте (Австрия)	<p>«Бонсилаж форте» – биоконсервант, созданный на основе гомоферментативных молочнокислых бактерий для оптимизации силосования зеленых кормов</p> <p>Биологическое действие</p> <p>«Бонсилаж форте» использует полный спектр углеводов, вследствие чего снижение показателя pH происходит предельно быстро и устойчиво, позволяя тем самым избежать нежелательного брожения. Конкурентно сильные, специально отобранные штаммы молочнокислых бактерий уверенно препятствуют росту клостридий. К тому же, при влажном силосовании значительно снижается типичное расщепление белка на NH-N и биологические аминокислоты.</p> <p>Состав:</p> <p><i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Lactobacillus paracasei</i> <i>Lactococcus lactis</i></p> <p>«Бонсилаж Форте» содержит 1,25 x 10¹¹ бактерий (= 125.000.000.000) в 1 г «Бонсилаж».</p> <p>Рекомендуемая норма ввода: 2 г на тонну.</p>

<p>Биоамид-3 (Россия)</p>	<p>Биоамид-3 – это сухой биологический консервант, предназначенные для силосования, сенажирования растительных кормов. Биологическое действие Применение биоконсерванта «Биоамид-3» влечет за собой множество благоприятных результатов: - поддержание кормовой ценности, включая уровень обменной энергии, усваиваемого протеина, содержание сухого вещества, каротина, растворимых сахаров и витаминов; - блокирование процессов маслянокислого брожения и разложения; - предотвращение избыточного повышения кислотности консервируемой продукции.; - обеспечивает дополнительную фунгистатическую защиту корма. Состав: микробная масса штаммов молочнокислого стрептококка <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> (АМС) ВКПМ В3123, молочнокислых бактерий <i>Lactobacillus plantarum</i> (ПМБ) ВКПМ В10965 и пропионовокислых бактерий <i>Propionibacterium raffinosaceum</i>) ВКПМ В-6-85, наполнитель- сухое молоко Рекомендуемая норма ввода: вносят в силосуемую массу из расчета 15 г добавки, разведенной в 1–3 литрах питьевой воды (рабочий раствор), на тонну растительного сырья</p>
-------------------------------	--

Качество продукции оценивалось путем вскрытия всех траншей (на 30–33 сутки) после закладки. Для определения химического состава и пищевой ценности отобранные пробы были направлены в лабораторный центр для анализа, полученные результаты представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Химический состав и питательная ценность силосованных кормов из бобово-злакового травостоя.

Показатели	Силос бобово-злаковый с консервантом		
	Силос бобово-злаковый (без консерванта)	Бонсилаж Форте (Австрия)	Биоамид-3 (Россия)
Содержание в % в 1 кг сухого вещества			
Кормовые единицы, кг	0,85±0,013	0,88±0,02	0,89±0,02
Обменная энергия, МДж	10,29±0,074	10,37±0,10	10,46±0,11
Переваримый протеин, %	95,55±3,60	105,64±4,95	109,53±4,35
Влажность, %	71,06±0,550	71,40±0,73	75,33±1,14
Сухое вещество, г	271,20±5,041	266,45±6,85	230,68±10,59
Сырая зола, %	6,43±0,18	7,28±0,25	6,82±0,29

Сырой протеин, %	13,90±0,36	14,93±0,51	15,33±0,44
Сырая клетчатка, %	27,96±0,22	27,96±0,26	27,78±0,26
Сырой жир, %	3,46±0,079	3,77±0,08	3,51±0,11
Сахар, %	1,89±0,46	1,66±0,32	0,99±0,26
БЭВ, %	48,23±0,62	46,06±0,66	46,57±0,63
Витамины, мг			
Каротин, мг	97,8±6,83	118,83±9,57	95,80±8,41
Макроэлементы, %			
Кальций, %	1,08±0,05	1,10±0,05	1,17±0,04
Фосфор, %	0,32±0,016	0,40±0,02	0,33±0,01

При визуальном осмотре силосных траншей во всех исследуемых вариантах корма отмечался хороший запах и сохранность структуры исходных растений.

Наибольший выход сухого вещества (271,2 г.) выявлен у силоса, приготовленного без биологической закваски. Отсутствие биологической закваски может способствовать развитию менее интенсивного молочнокислого брожения, что приводит к меньшему расходу питательных веществ и, соответственно, более высокому выходу сухого вещества. Несмотря на то, что силос без применения биологической закваски показал наибольший выход сухого вещества, его питательная ценность оказалась ниже, чем у силоса, обработанного «Биоамид-3». При этом максимальные потери сухого вещества (230,68 г) отмечены в варианте с применением биологической закваски «Биоамид-3», что свидетельствует о более интенсивном протекании процессов брожения и, как следствие, повышенном расходе питательных веществ микроорганизмами. По содержанию сухого вещества силоса без использования консерванта и с «Бонсилаж Форте» соответствуют 2 классу качества, а силос с консервантом «Биоамид-3» не соответствовал нормативным показателям качества.

Питательная ценность силоса колебалась в диапазоне от 0,85 до 0,89 кормовых единиц, что относилось к 1 классу качества. Наивысшие показатели обменной энергии (ОЭ) и содержания сырого протеина (СП) зафиксированы в силосе, обработанном консервантом «Биоамид-3» (10,46 МДж/кг и 15,33% сухого вещества). Эти показатели превосходили контрольные значения на 0,17 МДж/кг по обменной энергии и на 1,43% по содержанию сырого протеина. Силосы по содержанию сырого протеина с применением консервантов «Бонсилаж Форте» и «Биоамид-3» оценены первым классом, а без консерванта вторым.

Содержание сырой клетчатки в изучаемых силосах находилось в пределах нормативов 1 класса качества и составило 27,78–27,96%. Самой низкой величиной этого показателя характеризовался корм в вариантах с применением консерванта «Биоамид-3» (27,78%), в котором она была меньше, чем в двух других вариантах.

Наукой и практикой доказано: при использовании для силосования бедной сахаром растительной массы не удастся получить силос хорошего качества. При силосовании кормовых растений необходимо учитывать сахарный минимум, под которым понимают минимальное содержание сахара в сухом веществе растений, необходимое для накопления кислот до показателя 4,2 ед. рН [14].

Полученные данные свидетельствуют о влиянии типа консерванта на содержание сахара в силосе. Отсутствие консерванта в силосе привело к наиболее интенсивному протеканию процессов гидролиза сложных углеводов, что отразилось на максимальной концентрации сахара (1,89%). В то же время применение «Биоамид-3» способствовало наиболее эффективному сдерживанию данных процессов, что проявилось в минимальном значении показателя (0,99%). Использование закваски «Бонсилаж Форте» обеспечило промежуточный результат (1,66%), что может быть связано с особенностями ее состава и механизмом действия. Наибольшая концентрация сырого жира, достигающая 3,77%, была зафиксирована в силосах, обработанных препаратом «Бонсилаж Форте». В то же время в силосах, где не использовалась биологическая закваска или применялся «Биоамид-3», содержание сырого жира колебалось в диапазоне от 3,46% до 3,51%. Несмотря на статистическую значимость выявленных расхождений, их влияние на пищевую ценность силоса не является определяющим. Важнее отметить, что использование «Бонсилаж Форте» способствует сохранению жира, что в свою очередь может положительно сказываться на энергетической ценности корма для животных.

Наибольшее значение зольности (7,28%) наблюдалось в силосе с консервантом «Бонсилаж Форте». Аналогичная картина отмечена и в отношении каротина. По содержанию сырой золы все исследованные образцы с различными консервантами и без них соответствовали требованиям 1 класса качества. При анализе минеральной питательности силосов было выявлено незначительное превосходство силоса из бобово-злаковой смеси с «Биоамид-3» по содержанию кальция над другими вариантами на 5,98–7,69%.

По содержанию КДК и НДК определяют содержание эффективной клетчатки в кормах. Чем ниже процент НДК, тем больше корма потребляет животное, а чем ниже КДК, тем больше корма будет состоянием оно переварить [15, 16]. Характеристика фракционного состава клетчатки

исследуемых силосов показана на *рисунке 1*.

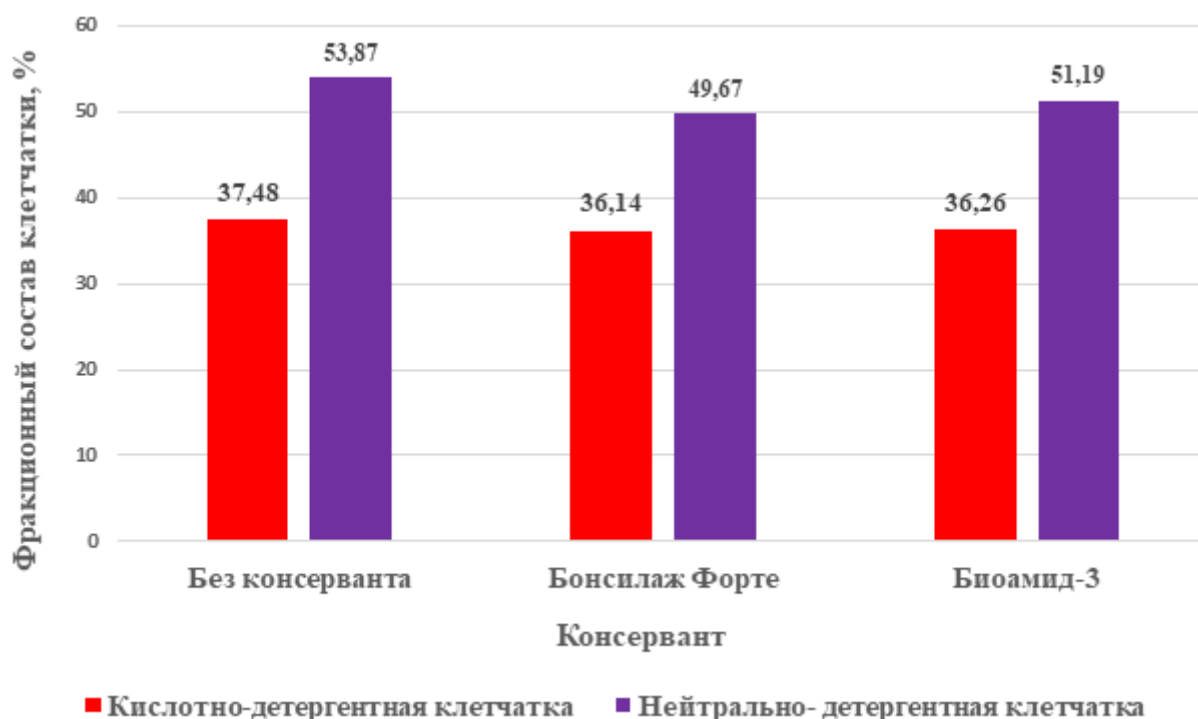


Рисунок 1 – Фракционный состав клетчатки силосованных кормов из бобово-злаковых трав

Анализ фракционного состава клетчатки выявил влияние консервантов на содержание нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) в силосе. В вариантах с консервантами наблюдалось снижение НДК до уровня, соответствующего 2 классу качества (49,67–51,19%). В то же время, силос без консервантов, характеризовался высоким содержанием НДК и был классифицирован по 3 классу качества. Похожая закономерность наблюдалась и для кислотно-детергентной клетчатки (КДК) в исследуемых образцах корма.

При силосовании ключевое значение имеет показатель pH силосуемой массы. Качество силоса напрямую зависит от баланса кислот: преобладание молочной кислоты обеспечивает хорошую сохранность, в то время как масляная кислота портит силос, делая его менее привлекательным для животных и снижая потребление.

Указанные обстоятельства обуславливают существенное уменьшение количества пригодного для использования корма и благоприятствуют развитию анаэробных бактерий [17]. Результаты сопоставительного анализа концентрации кислот, образующихся в процессе ферментации, в бобово-злаковом силосе, полученном с использованием различных бактериальных заквасок, применяемых в хозяйствах региона, отображены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Уровень кислотности и количество органических кислот, присутствующих в силосе

Вариант	рН	Массовая доля кислот, %	Количество органических кислот, %			
			в том числе			
			Молочная, %		Уксусная	Масляная
абс.	отн.					
Силос (без консерванта)	4,23	3,91±0,20	2,91±0,21	73,73±2,61	0,93±0,08	0,06±0,01
Силос +Бонсилаж Форте	4,24	4,33±0,17	3,31±0,26	75,33±3,66	0,91±0,12	0,11±0,03
Силос +Биоамид-3	4,24	3,68±0,22	2,61±0,21	70,20±2,53	0,98±0,08	0,09±0,03

Для гарантированной сохранности и устойчивости характеристик силоса, сделанного из свежей травы, необходимо, чтобы его кислотность находилась в диапазоне 3,9–4,3, что является оптимальным показателем для любого вида травяного сырья. Оптимальный диапазон рН для качественного силоса варьируется от 3,8 до 4,5 [10]. Во всех анализируемых пробах силоса средний показатель активной кислотности равнялся 4,24 единицам рН. Данное значение создало благоприятные условия для размножения анаэробных бактерий, продуцирующих молочную кислоту.

Проведенное исследование показало, что доля молочной кислоты в общем объеме органических кислот достигала 70,20–75,33% как с применением консервирующих добавок в силосе из бобово-злакового травостоя, так и при отсутствии таковых. Это свидетельствует о высоком качестве продукта (1 класс) в соответствии с действующими стандартами. При этом незначительное присутствие масляной кислоты (0,11%) в силосе с консервантом «Бонсилаж Форте» не является критичным и соответствует 2 классу качества. Это может быть связано с тем, что вместо молочнокислых бактерий размножились в незначительном количестве клостридии. Клостридии вырабатывают не молочную, а масляную кислоту, что приводит к порче силоса. Кроме того, негативное влияние в виде образования масляной кислоты может оказать загрязненность корма.

Выводы

Метод, основанный на параллельном силосовании идентичного сырья с добавлением различных консервантов (или без них), позволяет минимизировать влияние случайных факторов и получить сопоставимые результаты, сравнение которых, позволяет определить наиболее эффективные препараты, способствующие оптимальному процессу

ферментации, снижению потерь питательных веществ и улучшению сохранности корма.

Лабораторные испытания свидетельствуют, что применение биологических консервантов оказало влияние на физико-химические показатели и питательную ценность корма, полученного из бобово-злаковой смеси. Силос из травосмеси, полеченный при использовании консерванта «Биоамид-3», по питательной ценности, содержанию протеина, клетчатки, масляной и молочной кислот соответствует первому классу согласно нормативным показателям. В сравнении с «Биоамид-3» консервант «Бонсилаж Форте» и силос, приготовленный без микробных добавок из бобо-злаковых культур, оказался чуть менее эффективным.

Исходя из полученных данных и проведенного анализа можно сделать однозначный вывод, что биологические консерванты, как отечественный «Биоамид-3», так и зарубежный «Бонсилаж Форте» положительно влияют на ферментативные процессы в силосе, увеличивают количество и долю молочной кислоты, ограничивают развитие маслянокислого брожения. Все препараты дают прибавку энергетической ценности, имеют положительный прогноз по улучшению конверсии корма, а также увеличение их привлекательности для животных.

Дальнейшие исследования в этой области помогут оптимизировать процесс силосования и повысить эффективность использования кормов в животноводстве.

Литература:

1. Чернышева, О.О. Воздействие минеральных удобрений и микробиологического препарата на урожайность и питательность рапса ярового / О.О. Чернышева, В.В. Вахрушева, Е.Н. Прядильщикова // АгроЗооТехника. – 2025. – Т. 8. – № 1. – DOI: 10.15838/alt.2025.8.1.3
2. Ганущенко, О. Направленное использование растительного сырья / О. Ганущенко, Н. Зенькова // Животноводство России. – 2021. – № 7. – С. 41–49. – DOI: 10.25701/ZZR.2021.18.69.008
3. Иванов, А. Совместное применение консервантов – мгновенный эффект / А. Иванов // Комбикорма. – 2022. – № 3. – С. 51–54.
4. Иванов, А. Силос премиум-класса – при любой погоде / А. Иванов // Животноводство России. – 2022. – № 3. – С. 48–49.
5. Подобед, Л. Секреты заготовки силоса экстра-класса / Л. Подобед // Животноводство России. – 2024. – № 7. – С. 27–30.
6. Шинкаревич, Е.Д. Эффективность применения биологического консерванта «Лактофлор-Фермент» при силосовании травянистых

кормов / Е.Д. Шинкаревич // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 58–60.

7. Применение нового комплексного биоконсерванта «Пролаксим-БК» при заготовке сенажа из люцерны / А.Ю. Марченко, Н.Н. Забашта, Н.А. Бедило, Е.П. Лисовицкая // Кормопроизводство. – 2023. – № 6. – С. 23–27.

8. Пристач, Н.В. Эффективность применения биологической добавки Сил-Олл при заготовке силоса / Н.В. Пристач, А.А. Цой // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2007. – № 6. – С. 73–78.

9. Сравнение эффективности жидких и сухих биоконсервантов при заготовке силоса кукурузного / 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. 105–108. – DOI: 10.34617/jjzp-sz58

10. ГОСТ Р 55986-2022 «Силос и силаж. Общие технические условия».

11. Углин, В.К. Способ отбора проб кормов из растительного сырья / В.К. Углин, А.В. Маклахов, В.Е. Никифоров // Молочное скотоводство России: состояние, тенденции, перспективы: материалы заочной научной конференции, посвященной 95-летию со дня образования института. – Вологда ; Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. С. 35–38.

12. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – Москва: Типография Россельхозакадемии, 2014. – 344 с.

13. Лютых, О. Особенности выбора консервантов при заготовке кормов для сельскохозяйственных животных / О. Лютых // Эффективное животноводство. – 2020. – № 3(160). – С. 40–46.

14. Победнов, Ю.А. Исторический обзор развития силосования / Ю.А. Победнов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Выпуск 25 (73). – Лобня: Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, 2021. – С. 119–143. – DOI: 10.33814/МАК-2021-25-73-119-143

15. Кузьмина, Л. Н. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров / Л. Н. Кузьмина, А. П. Карташова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 7(198). – С. 56–64. – DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56

16. Кузьмина, Л. Н. Углеводное питание высокопродуктивных голштин-холмогорских коров с учетом качества кормов и их доступности / Л. Н. Кузьмина // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 5. – DOI: 10.15838/alt.2019.2.2.5

17. Влияние силоса, заготовленного с консервантом, на

переваримость и использование питательных веществ крупным рогатым скотом / С.В. Чехранова, С.И. Николаев, В.В. Ионов, С.Н. Куприянов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(208). – С. 49–54. – DOI: 10.53083/1996-4277-2022-208-2-49-54

References:

1. Chernysheva O. O., Vakhrusheva V. V., Pryadil'shchikova E. N. The influence of mineral fertilizers and a microbiological preparation on the yield and nutritional value of spring rape. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2025, v. 8, no. 1. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2025.8.1.3

2. Ganushchenko O., Zen`kova N. Targeted use of plant materials. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2021, no. 7, pp. 41-49. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.25701/ZZR.2021.18.69.008

3. Ivanov A. Combined use of preservatives – instant effect. *Kombikorma* [Combined Feed], 2022, no. 3, pp. 51-54. (In Russian) – Text direct

4. Ivanov A. Premium silage - in any weather. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2022, no. 3, pp. 48-49. (In Russian) – Text direct

5. Podobed L. Secrets of harvesting top-quality silage. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2024, no. 7, pp. 27-30. (In Russian) – Text direct

6. Shinkarevich E. D. Efficiency of using Lactoflor-Ferment biological preservative in ensiling grassy forages. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Saint Petersburg State Agrarian University], 2015, no. 39, pp. 58-60. (In Russian) – Text direct

7. Marchenko A. Yu., Zabashta N. N., Bedilo N. A., Lisovitskaya E. P. Application of the new Prolaxim-BK complex biopreservative in the preparation of alfalfa haylage. *Kormoproizvodstvo* [Feed Production], 2023, no. 6, pp. 23-27. (In Russian) – Text direct

8. Pristach N. V., Tsoi A. A. Efficiency of using the Sil-Oll biological additive in silage preparation. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Saint Petersburg State Agrarian University], 2007, no. 6, pp. 73-78. (In Russian) – Text direct

9. Marchenko A. Yu., Bychenko N. V., Zabashta N. N., Golovko E. N. Comparison of the effectiveness of liquid and dry biopreservatives in the preparation of corn silage. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii* [Proceedings of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine], 2020, v. 9, no. 2, pp. 105-108. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.34617/jjzp-sz58

10. GOST R 55986— 2022 «*Silos i silazh. Obshchie tekhnicheskie usloviya*» [State Standard RF 55986 – 2022. Silage and Prewilted Silage. General Technical Specifications]. (In Russian) – Text direct

11. Uglin V. K., Maklakhov A.V., Nikiforov V. E. Method for sampling plant-based feed. *Molochnoe skotovodstvo Rossii: sostoyanie, tendentsii, perspektivy: materialy zaochnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 95-letiyu so dnya obrazovaniya instituta* [Dairy Cattle Breeding in Russia: State, Trends, Prospects: Proceedings of the Virtual Scientific Conference Dedicated to the 95th Anniversary of the Foundation of the Institute]. Vologda-Molochnoe, the Vologda State Dairy Farming Academy Publ., 2017, pp. 35-38. (In Russian) – Text direct

12. Kosolapov V. M., Chuykov V. A., Khudyakova Kh. K., Kosolapova V. G. *Fiziko-khimicheskie metody analiza kormov* [Physicochemical Methods for Feed Analysis]. Moscow, Printing House of the Russian Agricultural Academy, 2014. 344 p. (In Russian) – Text direct

13. Lyutykh O. Features of the selection of preservatives in the preparation of feed for farm animals. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Animal Husbandry], 2020, no. 3(160), pp. 40-46. (In Russian) – Text direct

14. Pobednov Yu. A. Historical review of the development of silage. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnykh trudov* [Multifunctional Adaptive Forage Production: Proceedings]. Lobnya, All-Russian Research Institute of Forage named after V. R. Williams Publ., 2021, v. 25(73), pp. 119-143. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.33814/MAK-2021-25-73-119-143

15. Kuz`mina L. N., Kartashova A. P. Quality of fiber and efficiency of its use in the diets of Holstein Kholmogory cows. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2020, no. 7(198), pp. 56-64. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56

16. Kuz`mina L. N. Carbohydrate nutrition of high-producing Holstein Kholmogory cows taking into account the quality of feed and their availability. *AgroZooTechnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2019, v. 2, no. 2, p. 5. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2019.2.2.5

17. Chekhranova S. V., Nikolaev S. I., Ionov V. V., Kupriyanov S. N. The effect of silage prepared with a preservative on the digestibility and utilization of nutrients by cattle. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2022, no. 2 (208), pp. 49-54. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.53083/1996-4277-2022-208-2-49-54

Influence of Biological Preservatives on the Change in the Nutritional and Energy Values of Legume-Grass Silage under the Conditions of the Vologda Region

Bogatyreva Elena Valer`evna, a senior research worker

e-mail: bogatyreva35@mail.ru

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

Fomenko Polina Anatol`evna, a senior research worker

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

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

Tret`yakov Evgeniy Aleksandrovich, a leading researcher, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

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

Shchekut`eva Natal`ya Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: natasha_k.08@mail.ru

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

Keywords: silage, biopreservative, quality, nutritional value, acidity.

Abstract. Silage making is a method of preserving feed based on spontaneous lactic acid fermentation under anaerobic conditions. Consequently, the quality of silage can be very variable, and the only way to effectively control the fermentation process is to use biological preservatives. The aim of the research is to give a comparative assessment of the quality of silage from a legume-grass mixture prepared in farms using bacterial starters under the conditions of the Vologda Region. The article presents the results of studies on the effect of biological preservatives «Bonsilazh Forte» and «Bioamid-3» containing different strains of lactic acid and propionic acid bacteria, but without microbial additives on the quality of preserved feed.

The highest dry matter yield (271.2 g) was found in silage prepared

without biological starter. Despite this, its nutritional value was lower than that of silage treated with Bioamid -3 preservative. The nutritional value of silage fluctuated in the range from 0.85 to 0.89 feed units. The highest values of exchange energy (EE) and crude protein (CP) content were recorded in silage treated with the Bioamid-3 preservative (10.46 MJ / kg and 15.33% of dry matter). The crude fiber content in the studied silages was within 27.78-27.96%. The lowest value of this indicator was characteristic of the feed in the variants with the use of the Bioamide-3 preservative (27.78%), in which it was less than in the other two variants. When analyzing the mineral nutritional value of silages, a slight superiority of silage from a legume-grass mixture with the use of Bioamide-3 preservative was revealed in calcium content over other variants by 5.98-7.69%. In the variants with preservatives, a decrease in neutral detergent fiber (NDF) to a level of 49.67-51.19% was observed. At the same time, silage without preservatives was characterized by a high content of NDF – 53.87%. A similar pattern was observed for acid detergent fiber (ADF) in the studied feed samples. In all analyzed silage samples, the average active acidity value was 4.24 pH units. The study showed that the use of preservative additives in silage and the absence of such ones provided the content of lactic acid in the total amount of organic acids at the level of 70.20-75.33%, which indicates their high quality, taking into account the existing standards. At the same time, the insignificant presence of butyric acid (0.11%) in silage with the Bonsilazh Forte preservative is not critical.

Оценка эффективности сушки сена бобово-злаковых трав

Никифоров Владислав Евгеньевич, старший научный сотрудник
e-mail: nfrv_123@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: сено, сушка, качество, питательность корма.

Аннотация. В статье представлены материалы экспериментальных исследований влияния искусственной сушки на качество получаемого сена. В соответствии с темой научных исследований НИР № FMGZ-2022-0003 были проведены исследования и лабораторные испытания качества сена при различных способах сушки сена. Исследования выявили преимущество влияния искусственной сушки сена из бобово-злаковых трав на показатели питательной ценности. В образцах искусственной сушки прессованного сена показаны высокие значения содержания протеина – 17,41 г в абсолютно сухом веществе, в рассыпном виде – 13,88 г. При обычной сушке сена содержание протеина снижается до 9,9 г. Полученные результаты дают возможность утверждать, что искусственная сушка сена бобово-злаковых трав в прессованном виде позволяет решить задачу улучшения качества кормов.

Введение

Для повышения основных показателей молочного животноводства необходимо увеличить валовой сбор кормов с высоким содержанием в них питательных веществ. Производство собственных кормов вполне может обеспечивать продуктивность и реализацию имеющегося генетического потенциала животных независимо от климатических условий [1, 2]. Поэтому для успешного ведения молочного скотоводства в условиях Европейского Севера РФ основным условием является создание устойчивой кормовой базы и полное обеспечение качественными объемистыми кормами.

Известно, что при кормлении высокопродуктивных коров с годовым удоем 7-8 тыс. кг молока концентраты не должны превышать 44–48%. Главной причиной низкой рентабельности при высоких затратах

животноводства является недостаточное качество грубых кормов и низкой концентрации обменной энергии в сухой массе. В рационе из общего количества грубые корма занимают свыше 40%, однако на крупных молочных фермах сохраняется высокая доля потребления концентрированных кормов. Это приводит к возникновению различных заболеваний и снижению продуктивного долголетия коров. Кроме этого, большие средства затрачиваются на получение фуражного зерна высокоэнергетических и белковых кормов [3].

Основным видом грубых кормов является сено в полевых условиях. Такое сено характеризуется сравнительно низким содержанием питательных веществ и витаминов из-за длительного пребывания трав в поле за счет протекающих в высушиваемой массе биохимических процессов, распада растворимых питательных веществ. Существенно уменьшить потери можно путем применения прогрессивного способа уборки трав с досушиванием.

Целью проведения исследований является изучение влияния способов сушки на качество получаемого сена по показателям питательной ценности.

Результаты исследований

Производство и заготовка относительно недорогих и качественных объемистых кормов на сегодня является важным фактором кормопроизводства с главной составляющей роста экономической эффективности животноводства [4–7]. Как правило, планирование и формирование кормовой базы осуществляется с большим запасом исходя из существующего поголовья сельскохозяйственных животных и условий для хранения кормов.

Высококачественное сено по-прежнему играет важную роль в обеспечении полноценного кормления молочного скота, в особенности высокопродуктивных коров и молодняка. Основные общие показатели производства сена по России представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Состояние общего производства сена в Российской Федерации

Показатели	2000	2015	2018	2020	2022
Посевные площади в хозяйствах всех форм собственности, тыс. га					
Кормовые культуры	28899	16993	16124	14751	13 177
многолетние травы	18046	10760	10558	9 927	8 813
однолетние травы	5946	4536	3986	3 373	2 833
Валовые сборы сена в хозяйствах всех форм собственности, млн т.					
Сено:					
многолетних трав	8,7	9,0	8,7	8,3	7,6
однолетних трав	1,8	2,2	2,2	2,1	2,0
естественных сенокосов	11,3	9,7	9,2	8,8	7,5
культурных пастбищ и сенокосов (в с.-х. организациях)	0,1	0,1	0,05	0,04	0,04
Источник: Сельское хозяйство в России: стат. сб. / Росстат.					

На основании представленных данных следует, что за определённый период при относительном сокращении посевных площадей кормовых культур валовой сбор практически не изменился, это говорит о повышении урожайности сортов, правильном подходе к севооборотам и высокой потребности к использованию данного вида корма. Качество объемистых кормов определяется также погодными условиями, интенсификацией уборочных работ, уровнем применяемых современных технологий, связанных с выполнением основных технологических требований при заготовке и хранении [8–12].

На практике доказано, что продукция животноводства может быть конкурентоспособной на основе повышения продуктивности животных, улучшения системы кормопроизводства и кормления. Совершенствование технологий заготовки объемистых кормов – это основа повышения качества, получения максимального эффекта от применяемых растительных ресурсов.

Для экономической оценки кормов важен выбор показателей, характеризующих способы заготовки и результативность разных кормовых культур при кормлении. Общеизвестными показателями для определения эффективности производства различных кормов в хозяйствах являются выход кормовой продукции в кормовых единицах и переваримый протеин. Объемистые корма в расчете на 1 кг сухого вещества должны иметь энергетическую питательность не менее 10–11 МДж ОЭ при содержании 14–16% сырого протеина, что выше существующего уровня на 20–30%. Это даст возможность получать от коровы

суточный удой на уровне 21,3 кг практически без применения концентратов. Достижение такого результата обусловлено не только повышением питательности, но и увеличением поедаемости сухого вещества – с 7,4 до 15 кг [5,13].

Поскольку при заготовке кормов происходят большие количественные и качественные потери, повысить качество кормов из трав для дальнейшего их хранения возможно только при условии выполнения специальных технологических приемов консервирования или сушки.

Необходимо минимизировать и потери при заготовке кормов из трав, а для сена максимально сохранять питательную ценность зеленых растений и заготавливать корм для хранения в той физической форме, чтобы не допустить снижения качества при полной механизации. В сене, приготовленном обычным методом в поле, теряется до 40% питательных веществ, что объясняется длительностью сушки в условиях на открытом воздухе. По данным ВНИИ кормов, сохранность питательных веществ при заготовке кормов из сена прессованием достигает до 72%, в рассыпном сене полевой сушки – не более 64%, при искусственной сушке – 95%. На основании этого необходимо провести оценку непосредственного влияния процесса искусственной досушки сена как в рассыпном, так и в прессованном виде.

Исследования по технологии заготовки проводились на основе полученных результатов испытаний на качество образцов сена бобово-злаковых трав, полученных при различных способах сушки (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта

Вариант	Технология заготовки	Технология сушки
Бобово-злаковые травосмеси		
1	Прессованное сено	Сушка искусственная, (нагрев 45–50°C)
2	Рассыпное сено	Сушка искусственная, (нагрев 45–50°C)
3	Рассыпное сено	Сушка естественная на улице

Для достижения поставленной цели проведены экспериментальные опыты, которые выполнялись на специальном сушильном оборудовании,

по конструкции аналогично устройству для досушивания рулонов сена и сельскохозяйственных культур [14, 15].

Методика проведения экспериментальных работ осуществлялась в соответствии с темой научных исследований НИР № FMGZ-2022-0003, где были проведены испытания различных способов сушки сена из бобово-злаковых трав. Место испытаний: производственные условия СЗНИИМЛПХ им. А.С. Емельянова – обособленного подразделения ВолНЦ РАН.

В качестве исходного материала опыта для осуществления сушки и проведения сравнительного анализа использовалась бобово-злаковая смесь подвяленной зеленой массы. Рулоны сена формировались массой до 25 кг плотностью 110 кг/м³. Методика исследований включает также определение качественных показателей образцов полученного сена, в лаборатории химического анализа ЦКП СЗНИИМЛПХ.

На *рисунке 1* представлены результаты сравнительного анализа показателей содержания протеина и каротина в абсолютно сухом веществе образцов сена после сушки.

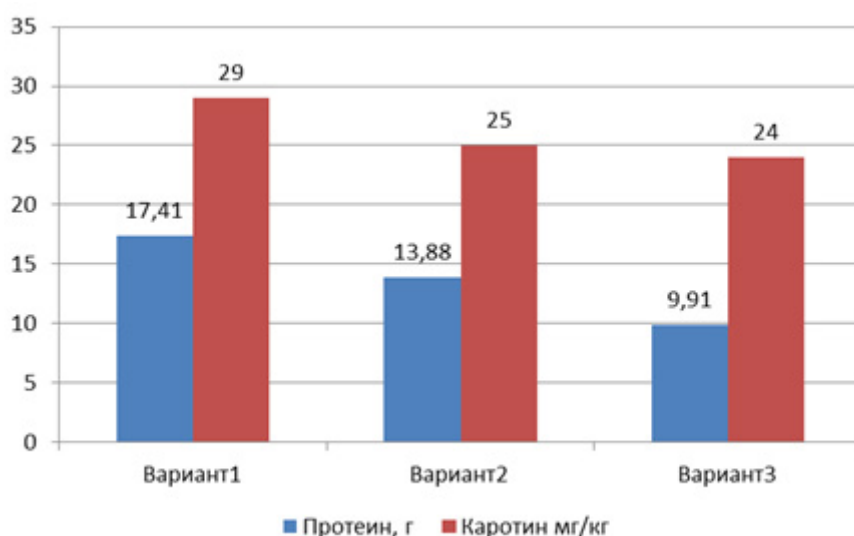


Рисунок 1 – Показатели образцов высушенного сена

В результате проведения исследований сушки сена из бобово-злаковых трав определена тенденция изменений качественных показателей питательных веществ. Сравнительная оценка влияния искусственной сушки сена в прессованном виде показала, что содержание протеина и жира выше на 20% по сравнению с искусственной сушкой сена в рассыпном виде и на 40% по сравнению с естественной сушкой сена в рассыпном виде. Также содержание каротина больше на 13% по сравнению с искусственной сушкой сена в рассыпном виде и на 17% по сравнению с естественной сушкой сена в рассыпном виде. Биохимические процессы, протекающие в растениях при сушке,

вливают на активное разрушение аминокислот, что приводит к снижению протеина и уменьшению биологической ценности сена.

Наибольшие потери каротина также проявляются при обычной сушке сена на открытом воздухе. В основном негативное влияние оказывает продолжительное время высушивания, воздействие солнечного света и осадков.

На *рисунке 2* представлены дополнительные результаты анализа качественных показателей образцов сена (жир, корм. ед.).

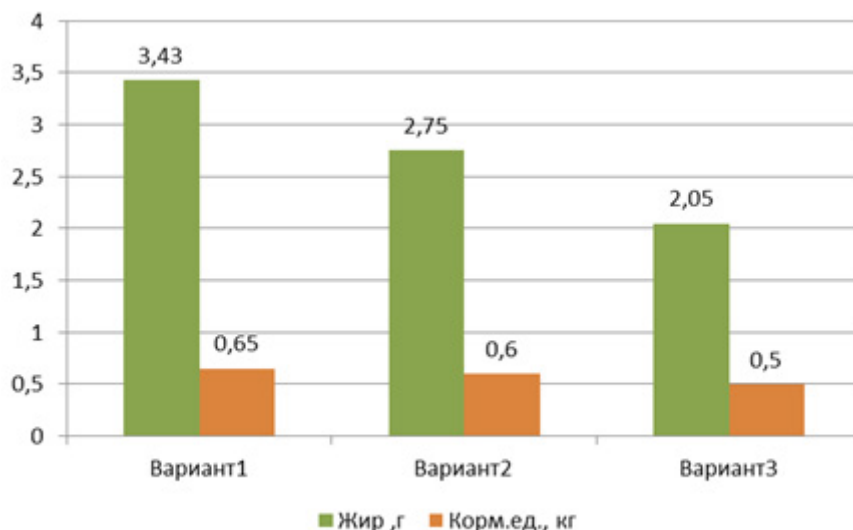


Рисунок 2 – Показатели образцов высушенного сена: жир, корм. ед.

Содержание и баланс жира в сене зависит от качества клетчатки, содержания сахаров, поскольку качество процесса сушки зависит от степени разрушения клеток растений. Вместе с тем в кормовых единицах искусственная сушка сена соответствует высокому уровню питательности.

Проведение заготовки высококачественного сена из бобово-злаковых трав наиболее эффективно реализуется при его искусственном досушивании в прессованном виде. Применение искусственной сушки сена в рулонах позволяет сократить время заготовки, снизить энергетические затраты, получить хорошее сено.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований показали эффективность и преимущество искусственной сушки сена по повышению качественных показателей. Высокие значения содержания протеина – 17,4 г и 13,88 г в абсолютно сухом веществе – представлены в образцах прессованного сена искусственной сушки и в рассыпном виде соответственно.

Литература:

1. Система кормления высокопродуктивных коров / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, А.С. Бибилова, Н.Н. Морозов // Зоотехния. – 2000. – № 8. – С. 16.
2. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.В. Щеглов, Н.Г. Первов. – М.: Колос, 2003. – 456 с.
3. Ларетин, Н.А. Качество и эффективность производства объемистых кормов // Н.А. Ларетин, Е.П. Чирков, А.В. Дронов // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 2 (10). – С. 223–231.
4. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко [и др.]. – М: Росинформагротех, 2017. – 196 с.
5. Скоркин, А.В. Экономическая эффективность технологий заготовки стебельчатых кормов / А.В. Скоркин // Экономика сельского хозяйства России. – 2012. – № 4. – С. 38–46.
6. Кормопроизводство Вологодской области: современное состояние и перспективы развития / А.В. Маклахов, В.К. Углин, О.Н. Бургомистрова [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 1 (33). – С. 60–68.
7. Коновалова, Н.Ю. Особенности технологий выращивания кормовых культур и заготовки кормов в условиях Европейского Севера Российской Федерации. / Н.Ю. Коновалова, И.Л. Безгодова, С.С. Коновалова. – Вологда: ВолНЦ РАН, 2018. – 277 с.
8. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов: аналит. обзор / Н.В. Алдошин, А.С. Васильев, В.И. Сыроватка и др. – М.: Росинформагротех, 2020. – 92 с.
9. Ахламов, Ю. Заготовка кормов в рулонах / Ю. Ахламов // Животноводство России. – 2003. – №6. – С. 40–41.
10. Научно-практические требования по производству высококачественных кормов из трав / Е.А. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров, Л.И. Креминская // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 41–42.
11. Получение высококачественных кормов из трав / Е.А. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров, Л.И. Креминская // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 4. – С. 8–10.
12. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М.: РАН, 2018. – 132 с.
13. Косолапов, В.М. Состояние и перспективы проведения исследований по консервированию и хранению объемистых кормов / В.М. Косолапов, В.А. Бондарев // Материалы научно-практ. конференции,

посвященные 100-летию С.Я. Зафрена. – М., 2009. – С. 12–23.

14. Кузнецов, Н.Н. Рулонное сено питательнее / Н.Н. Кузнецов // Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 38.

15. Кузнецов, Н.Н. Экспериментальная установка для активного вентилирования рулонного сена / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 1 (5). – С. 37–41.

References:

1. Volgin V.I., Romanenko L.V., Bibikova A.S., Morozov N.N. Feeding system for highly productive cows. *Zootekhnika* [Animal Science], 2000, no. 8, pp. 16. (In Russian) – Text direct

2. Kalashnikov A.P., Shcheglov V.V., Pervov N.G. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Norms and Rations for Feeding Agricultural Animals]. Moscow, Kolos Publ., 2003. 456 p. – Text direct

3. Laretin N.A., Chirkov E.P., Dronov A.V. Quality and efficiency of bulk feed production. *Vestnik VNIIMZh* [Bulletin of the All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization], 2013, no. 2(10), pp. 223-231. (In Russian) – Text direct

4. Fedorenko V.F. *Innovatsionnye tekhnologii zagotovki vysokokachestvennykh kormov: nauchnyy analiticheskiy obzor* [Innovative Technologies for Harvesting High-Quality Feed. Scientific Analytical Review]. Moscow, FGBNU Rosinformagrotech Publ., 2017. 196 p. – Text direct

5. Skorkin A.V. Economic efficiency of technologies for harvesting stalked feed. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of Agriculture in Russia], 2012, no. 4, pp. 38-46. (In Russian) – Text direct

6. Maklakhov A.V., Uglin V.K., Burgomistrova O.N., Konovalova N.Yu., Nikiforov V.E., Anishchenko N.I. Forage production in the Vologda region: current state and development prospects. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the Agro-Industrial Complex of the Upper Volga region], 2016, no. 1 (33), pp. 60-68. (In Russian) – Text direct

7. Konovalova N.Yu., Bezgodova I.L., Konovalova S.S. *Osobennosti tekhnologiy vyrashchivaniya kormovykh kul'tur i zagotovki kormov v usloviyakh Evropeyskogo Severa Rossiyskoy Federatsii* [Features of technologies for growing forage crops and harvesting forage in the conditions of the European North of the Russian Federation]. Vologda, VolINTs RAN Publ., 2018. 277 p. – Text direct

8. Aldoshin N.V., Vasil'ev A.S., Syrovatka V.I. *Innovatsionnye tekhnologii zagotovki vysokokachestvennykh kormov: analiticheskiy obzor* [Innovative Technologies for Harvesting High-Quality Forage: Analytical Review]. Moscow, FGBNU Rosinformagrotech Publ., 2020. 92 p. – Text direct

9. Akhlamov, Yu. Harvesting forage in rolls. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2003, no. 6, pp. 40-41. (In Russian) – Text direct

10. Tyapugin E.A., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Scientific and practical requirements for the production of high-quality forage from grasses. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], 2011, no. 1, pp. 41-42. (In Russian) – Text direct

11. Tyapugin, E.A. Uglin V.K., Nikiforov V.E., Kreminskaya L.I. Obtaining high-quality feed from grasses. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2011, no. 4, pp. 8-10. (In Russian) – Text direct

12. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. *Ratsional'noe prirodopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaystve Rossii* [Rational Nature Management and Forage Production in Russian Agriculture]. Moscow, RAN Publ., 2018. 132 p. – Text direct

13. Kosolapov V.M., Bondarev V.A. Status and prospects of research on the preservation and storage of bulk feed. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoy 100-letiyu S.Ya. Zafrena* [Proc. of Scientific and Practical Conf. Dedicated to the 100th Anniversary of S.Ya. Zafren]. Moscow, 2009, pp. 12-23. (In Russian) – Text direct

14. Kuznetsov N.N. Rolled hay is more nutritious. *Sel'skiy mekhanizator* [Rural Machine Operator], 2007, no. 7, pp. 38. (In Russian) – Text direct

15. Kuznetsov N.N., Terent'ev A.V. Experimental unit for active aeration of rolled hay. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2012, no. 1 (5), pp. 37-41. (In Russian) – Text direct

Estimation of legume-grass hay drying efficiency

Nikiforov Vladislav Evgen'evich, Senior Researcher

e-mail: e-mail: nfrv_123@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution North-West Research Institute of Dairy and Grassland Farming - a separate division of the Federal State Budgetary Scientific Institution Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: hay, drying, quality, nutritional value of feed

Abstract. The article presents the materials of experimental studies dedicated to the artificial drying effect on the hay quality. The author has carried out research and laboratory tests of hay quality in various ways of its drying in accordance with the research topic, No. FMGZ-2022-0003. As a result, the research shows the advantage of the artificial legume-grass hay drying method in relation to its nutritional indicators. High protein values have been found in the artificially dried samples of pressed hay (17.41 g) and loose hay (13.88g) in its absolute dry matter. When using ordinary hay drying, the protein content has decreased to 9.9 g. The data obtained allow us to assert that artificial drying of pressed legume-grass hay makes it possible to solve the problem of improving the feed quality.

Формирование урожая столовой моркови при применении гуминовых препаратов

Соловьева Маргарита Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: smv@vgsa.ru

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

Ключевые слова: морковь столовая, всхожесть семян, гуминовые препараты, урожайность, качество продукции.

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния гуминовых препаратов на урожайность гибридов столовой моркови. Опыты были проведены на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. На учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Великолукской ГСХА за 2022–2023 годы исследований установлено, что гуминовые препараты Гумат+7 и Гидрогумин при обработке семян повышают полевую всхожесть гибридов моркови Анастасия F₁, Балтимор F₁, Камаран F₁ и Канада F₁ на 10,0–15,0%. Обработка семян и некорневая подкормка растений дважды препаратами приводила к сокращению межфазного периода «от всходов до начала образования корнеплодов» на 2–6 дней. Гибрид Балтимор F₁ при применении препарата Гидрогумин на 6 дней раньше формировал корнеплоды (пучковый товар) и на 9 дней раньше вступал в фазу технической спелости по сравнению с контролем. Биометрические измерения корнеплодов моркови показали, что обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин приводила к увеличению длины на 1,4–5,6%, диаметра – на 7,5–21,0 % и массы на 3,4–13,0 %. Наибольшее увеличение длины корнеплодов (+5,6%), диаметра (+21,0%) и массы (13,0%) было при обработке препаратом Гидрогумин гибрида Балтимор F₁. Обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин семян, некорневая подкормка растений дважды увеличила урожайность гибридов моркови от 35,4 до 43,6 т/га. Прибавка урожая гибридов моркови к контролю составила от 1,2 до 7,2 т/га. Наибольшая урожайность 43,6 т/га (+20%) и доля стандартной продукции (93,6%) была получена при обработке препаратом Гидрогумин семян, некорневой подкормке растений дважды гибрида столовой моркови Балтимор F₁. С применением препарата

Гумат+7 прибавка урожая гибридов Анастасия F₁, Балтимор F₁, Камаран F₁ и Канада F₁ составила 3,5–6,5%. Гибриды столовой моркови повышали содержание сухого вещества в корнеплодах на 0,4–1,3% при применении гуминовых препаратов. При обработке препаратом Гидрогумин гибриды Камаран F₁ и Канада F₁ увеличили сумму сахаров на 1,0 и 1,5%. Содержание нитратов в продукции не превышало предельно допустимого уровня. При применении препарата Гидрогумин на 41 % снизилось количество нитратов в корнеплодах столовой моркови гибрида Балтимор F₁.

Введение

В настоящее время технологии возделывания сельскохозяйственных культур направлены на повышение урожайности и на решение экологических проблем окружающей среды. Наряду с традиционными методами повышения урожайности сельскохозяйственных культур существуют разные способы управления ростом, развитием и продуктивностью. К ним следует отнести некорневую обработку гуминовыми препаратами, применение биопрепаратов и вермикомпостов [1].

Эффективность применения природных препаратов, стимуляторов роста растений давно изучается в России. Многочисленными исследованиями доказан положительный эффект от применения гуминовых препаратов: стимулирующее влияние на качество семян, активация роста и развития растений, повышение иммунитета растений. Активизируя биоэнергетические процессы в растениях, гуминовые вещества повышают адаптацию растений к неблагоприятным условиям среды, способствуют усилению процессов мобилизации питательных веществ в усвояемой для растений форме. Немаловажным является и тот факт, что гуминовые препараты обладают и такими характеристиками, как экологическая безопасность и нетоксичность для окружающей среды [2, 3].

В исследованиях с применением гуминовых препаратов в технологиях выращивания различных культур отмечают повышение урожайности и улучшение качества продукции, положительное влияние на сохранность урожая и снижение отрицательного влияния факторов внешней среды [4–13].

Последние годы в Псковской области особое внимание уделяется повышению урожайности и качества овощей местного производства. Из-за ценных хозяйственных свойств и холодостойкости в области повсеместно возделывают корнеплодные овощные культуры. Среди них наиболее востребованной населением является морковь столовая, корнеплоды которой используются круглогодично и преимущественно в свежем виде. Корнеплоды моркови содержат физиологически актив-

ные вещества, высокое количество сахаров, витаминов, минеральных солей. В медицинских целях применяют столовую морковь как овощ, обладающий общеукрепляющим эффектом [14, 15, 16].

Получение высоких экологически чистых урожаев невозможно без внедрения в производство ресурсосберегающих технологий, где перспективным элементом является применение гуминовых препаратов. В технологии возделывания столовой моркови используют различные гуминовые препараты, повышающие урожайность и качество продукции. В основном эффективность действия препаратов в значительной степени коррелируется зональными условиями и сортовыми особенностями культуры. Поэтому возникла необходимость изучить эффективность применения гуминовых препаратов при возделывании столовой моркови применительно к условиям южной части Псковской области.

В этой связи целью работы явилось изучение влияния гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на урожайность гибридов столовой моркови в южной части Псковской области.

Задачи исследований:

- изучить влияние гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на начальный рост гибридов столовой моркови;
- определить влияние гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на урожайность и качество продукции гибридов столовой моркови.

Методика исследований

Экспериментальная работа проведена в 2022–2023 гг. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА» п. Майкино Великолукского района Псковской области. Погодные условия Великолукского района характеризуются значительной изменчивостью. Не менее трёх лет из десяти – избыточно влажные и не менее двух – засушливые. Недостаточное выпадение осадков, свойственное началу вегетационного периода, неблагоприятно для всхожести семян, роста и развития моркови.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, содержание гумуса – 3,0–3,5%. Содержание легкогидролизуемого азота колебалось в пределах – 5,2–6,0 мг, подвижного фосфора – 25,3–27,5 и обменного калия – 16,5–25,2 мг на 100 г почвы, pH_{kcl} – 6,56.

Закладку опыта, наблюдения и учеты [17,18] проводили по общепринятым методикам. Объектами исследований были гибриды столовой моркови Анастасия F₁, Балтимор F₁, Камаран F₁ и Канада F₁.

Схема опыта: 1. Контроль – обработка семян и растений водой. 2. Обработка препаратом Гумат +7 семян, в фазу 3-4-х настоящих листьев и через 14 дней некорневая подкормка растений. 3. Обработка препаратом Гидрогумин семян, в фазу 3-4-х настоящих листьев и через

14 дней некорневая подкормка растений. Для обработки семян моркови брали препарат Гумат +7 – 10 мл/л воды и для некорневой подкормки растений дважды – 1 л/га, расход рабочего раствора 300 л воды. Препарата Гидрогумин при обработке семян использовали – 10 мл/л воды и для некорневой подкормки растений дважды – 1 л/га, расход рабочего раствора 300 л воды.

Норма высева семян моркови 3,2 кг/га. Семена гибридов моркови высевали во второй декаде мая на гребнях с расстоянием междурядий 60 см. Полевые опыты проводили в 4-х-кратной повторности в соответствии со схемой опыта с учетной площадью 30 м² с систематическим размещением делянок. Предшествующей культурой столовой моркови в севообороте была капуста белокочанная. Агротехника в опыте общепринятая для Великолукского района Псковской области.

Отмечали фенологические фазы развития моркови, проводили биометрические измерения растений. Посевные качества семян определяли по методике ГОСТ 12038-84. Химический состав корнеплодов моркови изучали в лаборатории ФГБУ САС «Великолукская» по следующим методам: сухое вещество – высушиванием, сахара – по Бертрану, нитраты – ионоселективным методом [19]. Результаты опытов обрабатывали общепринятыми методами [17] и на компьютере с помощью прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследований

Предпосевная обработка семян существенно влияет на рост и развитие растений, уменьшая восприимчивость растений к неблагоприятным условиям. Это особенно важно на ранних этапах развития.

Результаты лабораторного опыта показали, что обработка семян моркови препаратами Гумат+7 и Гидрогумин повышала энергию прорастания на 9–17%. Лабораторная всхожесть семян гибридов моркови при обработке препаратами составила 72–96%. Установлено, что препарат Гидрогумин увеличивал лабораторную всхожесть семян гибридов столовой моркови на 13,0–19,0%, а Гумат+7 – соответственно на 10,0–15,0 % относительно контроля (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на лабораторную и полевую всхожесть семян гибридов столовой моркови, среднее за 2022–2023 годы

Гибрид	Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	
			лабораторная	полевая
Анастасия F ₁	Вода (контроль)	70	81	59
	Гумат+7	79	91	70
	Гидрогумин	83	94	73
Балтимор F ₁	Вода (контроль)	68	77	63
	Гумат+7	80	92	75
	Гидрогумин	84	96	79
Камаран F ₁	Вода (контроль)	65	75	60
	Гумат+7	77	87	71
	Гидрогумин	82	90	74
Канада F ₁	Вода (контроль)	66	72	57
	Гумат+7	78	83	67
	Гидрогумин	80	86	70
НСР ₀₅			1,6	1,2

Полевая всхожесть семян гибридов моркови при обработке гуминовыми препаратами составила 67–78 %, что на 10–15% выше контроля. Препарат Гумат+7 повышал полевую всхожесть семян гибридов моркови на 10–12%. Обработка препаратом Гидрогумин семян гибридов моркови повысила полевую всхожесть на 13–15% относительно контроля.

Повышение полевой всхожести семян гибридов моркови при обработке препаратами положительно сказалось на росте и развитии растений. При обработке гуминовыми препаратами количество дней от посева до всходов гибридов моркови составляло от 14 до 18 и сокращалось по сравнению с контролем на 1–3 дня. Гибриды Балтимор F₁ и Камаран F₁ к этой фазе переходил на 2–3 дня раньше контроля.

От всходов до начала образования корнеплодов гибриды моркови в контроле переходили на 72–77 день. Обработка гуминовыми препаратами Гумат+7 и Гидрогумин приводило к сокращению межфазного периода «от всходов до начала образования корнеплодов» на 2–6 дней. Гибрид Балтимор F₁ формировал корнеплоды на 66-й день при применении препарата Гидрогумин, что способствовало ускорению образования раннего урожая моркови на 6 дней (пучковый товар). Гибриды Анастасия F₁, Камаран F₁ и Канада F₁ в этом же варианте сокращали на 4–5 дней раньше межфазный период «от всходов до образования корнеплодов». Техническая спелость гибридов Анастасия F₁, Балтимор F₁, Камаран F₁ и Канада F₁ в контроле была установлена на 120–124-й день, обработка препаратом Гидрогумин ускорила на 5–9 дней меж-

фазный период «от всходов до технической спелости». Обработка препаратом Гумат+7 семян и некорневых подкормок растений столовой моркови приводила к сокращению межфазного периода «от всходов до технической спелости» на 2–5 дней.

Таким образом, наблюдения за фенологическими фазами развития гибридов моркови показали, что применение препарата Гидрогумин обеспечивало активное развитие растений, сокращение межфазного периода от всходов до образования корнеплодов (на пучковый товар) и от всходов до технической спелости. Гибрид Балтимор F₁ при обработке препаратом Гидрогумин на 9 дней раньше переходил к технической спелости.

Биометрические показатели отражают степень развития растения, его параметры. Обработка семян и некорневая подкормка моркови дважды препаратами Гумат+7 и Гидрогумин обеспечивала значительное повышение высоты листьев, увеличение количества листьев и массы листьев. При обработке препаратами высота листьев гибридов моркови повышалась на 8,0–16,0%, количество листьев увеличивалось на 2,4–11,0%, масса листьев повышалась на 5,2–12,7%.

Измерения корнеплодов моркови показали, что обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин приводила к увеличению длины на 1,4–5,6 %, диаметра на 7,5–21,0% и массы корнеплодов на 3,4–13,0%. Наибольшее увеличение размеров корнеплодов было у гибрида Балтимор F₁ при обработке препаратом Гидрогумин. В данном варианте увеличение длины корнеплода относительно контроля составило – 5,6%, диаметра – 21,0% и массы корнеплода – 13,0%.

В формировании урожая столовой моркови важную роль играет сочетание биологических и хозяйственно ценных признаков. Основными хозяйственно ценными признаками являются урожайность и товарность продукции. В годы исследований было установлено, что гибриды столовой моркови в контроле формировали урожай от 33,6 до 36,4 т/га (таблица 2).

Обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин семян, некорневая подкормка растений дважды увеличила урожайность гибридов моркови от 35,4 до 43,6 т/га. Прибавка урожая гибридов моркови к контролю составила от 1,2 до 7,2 т/га. Наибольшая урожайность 43,6 т/га была получена при обработке препаратом Гидрогумин семян, некорневой подкормке растений дважды гибрида Балтимор F₁, что на 7,2 т/га выше контроля. В этом же варианте второе место по урожайности занимал гибрид Камаран F₁ – 39,4 т/га (+3,6 т/га).

В варианте с применением препарата Гумат+7 гибриды Анастасия F₁, Балтимор F₁, Камаран F₁ и Канада F₁ имели 3,5–6,5% прибавки урожая.

Таблица 2 – Урожайность гибридов столовой моркови при применении препаратов Гумат+7 и Гидрогумин, т/га, среднем за 2022–2023 годы

Гибрид	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Товарная продукция, %
			т/га	%	
Анастасия F ₁	Вода (контроль)	35,3	-	-	85,8
	Гумат+7	36,5	1,2	3,5	87,0
	Гидрогумин	37,1	1,8	5,1	90,7
Балтимор F ₁	Вода (контроль)	36,4	-	-	84,2
	Гумат+7	38,7	2,4	6,5	87,4
	Гидрогумин	43,6	7,2	20,0	93,6
Камаран F ₁	Вода (контроль)	35,8	-	-	85,5
	Гумат+7	37,7	1,9	5,3	86,3
	Гидрогумин	39,4	3,6	10,0	91,5
Канада F ₁	Вода (контроль)	33,6	-	-	82,3
	Гумат+7	35,3	1,7	5,0	85,8
	Гидрогумин	36,6	3,0	8,9	91,0
НСР ₀₅	Фактор А для гибрида	0,85			
	Фактор Б для препарата	1,07			

Таким образом, анализ результатов урожайности показал, что обработка препаратом Гидрогумин семян, некорневая подкормка растений дважды обусловила повышение урожая столовой моркови Балтимор F₁ на 20,0%.

Доля корнеплодов моркови, пригодных для реализации, находилась в пределах 85,7–93,6% при применении гуминовых препаратов, 82,3–85,8% – на контроле. Исследования показали, что изучаемый препарат Гидрогумин способствовал улучшению структуры урожая гибридов моркови. Гибриды Анастасия F₁, Канада F₁ и Камаран F₁ имели в этом варианте близкие показатели стандартной продукции – 90,7; 91,0 и 91,5%. Наибольшее количество стандартной продукции формировал гибрид Балтимор F₁ – 93,6% (+9,4%) при обработке препаратом Гидрогумин семян, некорневой подкормке растений дважды.

Гибриды столовой моркови повышали содержание сухого веще-

ства в корнеплодах на 0,4–1,3% при применении препаратов Гумат+7 и Гидрогумин. Сумма сахаров в корнеплодах столовой моркови варьировалась в контроле от 6,8 до 7,3%. Обработка препаратами увеличила сумму сахаров от 7,5 до 8,4%. Гибриды Камаран F₁ и Канада F₁ увеличили сумму сахаров на 1,0 и 1,5% при применении препарата Гидрогумин.

Содержание нитратов в корнеплодах моркови было в контроле 115–127 мг/кг продукции. Обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин снижала содержание нитратов в продукции гибридов моркови на 9–35 мг/кг. Наибольшее снижение нитратов в продукции гибрида Балтимор F₁ на 41% было при применении препарата Гидрогумин.

Таблица 3 – Влияние препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на качество продукции гибридов столовой моркови, среднее за 2022–2023 годы

Гибрид	Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	NO ₃ , мг/кг сырой массы
Анастасия F ₁	Вода (контроль)	11,7	6,8	127
	Гумат+7	12,4	7,0	102
	Гидрогумин	12,7	7,3	96
Балтимор F ₁	Вода (контроль)	11,5	7,0	120
	Гумат+7	12,0	7,5	104
	Гидрогумин	13,3	7,8	85
Камаран F ₁	Вода (контроль)	12,4	7,0	115
	Гумат+7	12,8	7,6	106
	Гидрогумин	13,0	8,5	100
Канада F ₁	Вода (контроль)	13,5	7,0	123
	Гумат+7	14,0	7,7	103
	Гидрогумин	14,3	8,0	100

Таким образом, при обработке гуминовым препаратом Гидрогумин гибриды столовой моркови Камаран F₁ и Канада F₁ увеличили сумму сахаров на 1,0 и 1,5%. Среди изучаемых гибридов моркови содержание нитратов в продукции не превышало предельно допустимый уровень, только Балтимор F₁ больше (на 41%) снизил количество нитратов в корнеплодах.

Выводы

Гуминовые препараты Гумат+7 и Гидрогумин способствовали активации процессов прорастания семян и сокращению периода вегетации моркови, нарастанию диаметра и увеличению массы корнеплодов. Гибрид Балтимор F₁ при применении препарата Гидрогумин на 6 дней раньше формировал корнеплоды (пучковый товар) и на 9 дней раньше вступал в фазу технической спелости. Наибольшая урожайность была получена гибридом столовой моркови Балтимор F₁ при обработке семян и некорневой подкормке растений дважды препаратом Гидрогумин, что составило 43,6 т/га (+7,2 т). В этом же варианте был самый высокий процент стандартной продукции – 93,6.

Обработка семян и некорневая подкормка растений столовой моркови дважды препаратом Гидрогумин обеспечили прибавку урожая по сравнению с контролем на 20% и снизили на 41 % количество нитратов. Количество сухих веществ в корнеплодах увеличилось на 0,4–1,3% при применении гуминовых препаратов. Гибриды Камаран F₁ и Канада F₁ при обработке препаратом Гидрогумин увеличили сумму сахаров на 1,0 и 1,5%.

На основании результатов исследований рекомендуется на дерново-подзолистых почвах в южной части Псковской области выращивать по экологически безопасной технологии гибрид столовой моркови Балтимор F₁. При этом необходимо проводить обработку семян и две некорневые подкормки гуминовым препаратом Гидрогумин.

Литература:

1. Гармаш, Г. А. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш, А.В. Берестов // Агрехимический вестник. – 2013. – № 2. – С. 11–13.
2. Овчаренко, М.М. Гуматы – активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур / М.М. Овчаренко // Агрехимический вестник. – 2001. – № 2. – С.13–15.
3. Судмантас, О.В. Эффективность гумата «Плодородие» на посевах моркови и свеклы. / О.В. Судмантас, В.С. Виноградова, Н.А. Лучник // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : материалы LVIII международной научно-практической конференции в 3 т. Т. 2. – Кострома: Костромская ГСХА, 2007. – С. 58–60.
4. Лящева, Л.В. Рост, развитие и урожайность моркови в зависимости от обработки семян растворами регуляторов роста и микроэлементов / Л.В. Лящева, И.А. Викторова // Вестник Томского Государственного университета. – 2008. – № 311. – С. 177–181.
5. Малхасян, А.Б. Применение регуляторов роста на различных сортах столовой моркови / А.Б. Малхасян, Л.И. Яловик, Н.А. Китаева // Аграрная наука. – 2015. – № 2. – С. 14–15.
6. Коковкина, С.В. Перспектива применения регуляторов роста

на посевах моркови столовой / С.В. Коковкина // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 2 (14). – С. 44–49.

7. Оценка реакции моркови столовой на предпосевную обработку семян гуминовыми препаратами / Е.П. Кондратенко, Н.Н. Чуманова, И.А. Сергеева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 1. – С. 22–25.

8. Малхасян, А.Б. Урожайность и качество столовой моркови при применении гуминовых препаратов / А.Б. Малхасян, И.Ф. Устименко, О.А. Яковчук // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 3. – С. 90–91.

9. Анализ применения различных видов гуматов и способов их использования при возделывании картофеля / М.Ю. Костенко, И.Н. Горячкина, В.С. Тетерин [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 3 (39). – С. 88–93.

10. Малхасян, А.Б. Урожайность, качество и сохранность корнеплодов столовой моркови при применении гуминовых препаратов / А.Б. Малхасян, А.Н. Нефедова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 27–32.

11. Устименко, И.Ф. Урожайность сортов столовой моркови при различных сроках применения регулятора роста Гумистар / И.Ф. Устименко, Т.В. Мягкова // Достижения науки в области АПК : материалы регион. науч.-практ. конференции (09 октября 2020 г.). – Великие Луки : Великолукская ГСХА, 2020. – С. 48–51.

12. Левченкова, А.Н. Гуминовые препараты как инструмент перехода к экологически безопасным технологиям в сельском хозяйстве / А.Н. Левченкова // Перспективные направления взаимодействия науки и общества как основа инновационного развития : сборник статей Международной научно-практической конференции (Стерлитамак, 25 сент. 2020 г.). – Уфа : Аэтерна, 2020. – С. 29–33.

13. Соловьева, М.В. Всхожесть семян и урожайность столовой моркови при применении регуляторов роста / М.В. Соловьева, Е.А. Клименко, М.В. Комарова // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям в АПК: Международная научно-практическая конференция, посвященная Дню Академии (Великие Луки, 5 декабря 2023). – Великие Луки, 2023. – С. 411–414.

14. Овощеводство: учеб. для вузов по аграр. спец. / Г.И. Тараканов [и др.] ; под ред. Г.И. Тараканова, В.Д. Мухина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2003. – 471 с. – (Учеб. и учеб. пособия для студ. вузов).

15. Леунов, В.И. Столовые корнеплоды в России / В.И. Леунов. – М.: ТНИ КМК, 2011. – 272 с.

16. Пыженков, В.И. Корнеплодные овощные растения / В.И. Пыженков. – СПб.: СПб ГСХА, 2003. – 136 с.

17. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. заведений по агроном. спец. / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.

18. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.

19. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 388 с.

References:

1. Garmash G.A., Garmash N.Yu., Berestov A.V. Humatized fertilizers and their effectiveness. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2013, no. 2, pp. 11-13. (In Russian) – Text direct

2. Ovcharenko M.M. Humates as activators of agricultural productivity. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2001, no. 2, pp.13-15. (In Russian) – Text direct

3. Sudmantas O.V., Vinogradova B.S., Luchnik N. A. Effectiveness of *Plodorodie* [Fertility] humate on carrot and beet crops. *Materialy 58-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse»* [Proc. of the 58th Int. Scientific and Practical Conf. «Actual problems of science in the agro-industrial complex»]. Kostroma, Kostromskaya GSKhA Publ., 2007, vol. 2, pp. 58-60. (In Russian) – Text direct

4. Lyashcheva L. V., Viktorova I. A. Growth, development and yield of carrots depending on seed treatment with growth regulator solutions and trace elements. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2008, no. 311, pp. 177-181. (In Russian) – Text direct

5. Malkhasyan A. B., Yalovik L. I., Kitaeva N. A. Use of growth regulators on various varieties of table carrots. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2015, no. 2, pp. 14-15. (In Russian) – Text direct

6. Kokovkina S. V. The prospect of using growth regulators on table carrot crops. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm' Agrarian Bulletin], 2016, no. 2 (14), pp. 44-49. (In Russian) – Text direct

7. Kondratenko E.P., Chumanova N.N., Sergeeva I.A. Reacton evaluation of table carrots to pre-sowing seed treatment with humic preparations. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex], 2017, vol. 31, no. 1, pp. 22-25. (In Russian) – Text direct

8. Malkhasyan A.B., Ustimenko I.F., Yakovchuk O.A. Productivity and quality of table carrots when using humic preparations. *Izvestiya Orenburgskogo GAU* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], 2017, no. 3, pp. 90-91. (In Russian) – Text direct

9. Kostenko M. Yu., Goryachkina I. N., Teterin V. S. Analysis of various humate types and methods of their application in potato cultivation. *Vestnik RGATU* [Bulletin of the Russian State Agrarian University], 2018, no. 3

(39), pp. 88-93. (In Russian) – Text direct

10. Malkhasyan A.B., Nefedova A.N. Productivity, quality and safety of table carrot roots when using humic preparations. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Velikie Luki State Agricultural Academy], 2019, no. 1, pp. 27-32. (In Russian) – Text direct

11. Ustimenko I.F., Myagkova T.V. Yield of table carrot varieties at different periods of applying *Gumistar* growth regulator. *Materialy regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Dostizheniya nauki v oblasti APK»* [Proc. of the Regional Scientific and Practical Conf. «Achievements of science in agriculture»]. Velikie Luki, 2020, pp. 48-51. (In Russian) – Text direct

12. Levchenkova A. N. Humic preparations as a tool for the transition to environmentally friendly technologies in agriculture. *Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye napravleniya vzaimodeystviya nauki i obshchestva kak osnova innovatsionnogo razvitiya»* [Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. «Promising areas of interaction between science and society as a basis for innovative development»]. Ufa, 2020, pp. 29-33. (In Russian) – Text direct

13. Solov'eva M. V, Klimenko E. A., Komarova M. V. Seed germination and yield of table carrots when using growth regulators. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu Akademii «Nauchnye issledovaniya vysshey shkoly po prioritetnym napravleniyam v APK»* [Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. dedicated to the Academy Day «Scientific research of higher education in priority areas in agriculture»]. Velikie Luki, 2023, pp. 411-414. (In Russian) – Text direct

14. Tarakanov G. I., Mukhin V. D. *Ovoshchevodstvo* [Vegetable growing]. Moscow, KolosS Publ., 2003. 471 p. – Text direct

15. Leunov V. I. *Stolovye korneplody v Rossii* [Table root crops in Russia]. Moscow, TNI KMK Publ., 2011. 272 p. – Text direct

16. Pyzhenkov V. I. *Korneplodnye ovoshchnye rasteniya* [Root vegetable plants]. St. Petersburg, St. Petersburg State Agricultural Academy Publ., 2003. 136 p. – Text direct

17. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 2011. 350 p. – Text direct

18. Belik V.F. *Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve* [Methodology of experimental business in vegetable and melon growing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1992. 319 p. – Text direct

19. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987. 388 p. – Text direct

Table Carrot Yields after Using Humic Preparations

Solov'eva Margarita Vladimirovna, Candidate of Science (Agriculture),
Assistant Professor

e-mail: smv@vgsa.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Velikie Luki State Agricultural Academy

Keywords: table carrot, seed germination, humic preparations, yield, product quality.

Abstract. The present article analyzes the humic preparation effect on the yields of table carrot hybrids. The experiments have been carried out on sod-podzolic medium loamy soil in the experimental field of the Velikie Luki State Agricultural Academy in the period of 2022-2023. It has been established that the Gumat + 7 and Gidrogumin humic preparations increase the field germination of the Anastasia F1, Baltimor F1, Kamaran F1 and Kanada F1 carrot hybrids by 10.0-15.0% after seed treatment. Seed treatment and twofold foliar plant fertilization with the preparations have resulted in shortening of the interphase "from germination to the beginning of root crop formation" period by 2-6 days. When treated with the Gidrogumin preparation, the Baltimor F1 hybrid has formed roots (a bundle product) 6 days earlier and entered the industrial ripeness phase 9 days earlier compared to the control group. Biometric measurements of carrot root crops have showed that treatment with the Gumat+7 and Gidrogumin preparations has effected in increasing of length by 1.4-5.6%, diameter by 7.5-21.0% and weight by 3.4-13.0%. The greatest increase in root length (+5.6%), in diameter (+21.0%) and in weight (13.0%) has been achieved after treating the Baltimor F1 hybrid with the Gidrogumin preparation. Seed treatment with the Gumat +7 and Gydrogumin as well as a twofold foliar plant fertilization have increased the yield of carrot hybrids from 35.4 to 43.6 t/ha. The carrot hybrid yield has increased and reached 1.2 -7.2 t/ha as compared with the control group. The highest yield of 43.6 t/ha (+20%) and the share of standard roots (93.6%) have been obtained after seed treatment with the Gydrogumin preparation and a twofold foliar plant fertilization of Baltimor F1 table carrot hybrid. Application of the Gumat+7 preparation has resulted in yield increase of the Anastasia F1, Baltimor F1, Kamaran F1 and Kanada F1 hybrids by 3.5-6.5%. After using humic preparations, the dry matter content has increased by 0.4-1.3% in table carrot root hybrids. When treated with the Gidrogumin preparation, the sugar amount have increased by 1.0 and 1.5% in the Kamaran F1 and Kanada F1 hybrids. The nitrate content in the products has not exceeded the maximum permissible level. After using the Gidrogumin preparation, the amount of nitrates in the Baltimor F1 table carrot hybrid has decreased by 41%.

Использование пробиотика Actisaf SC 47 в кормлении лактирующих коров

Сыроватский Максим Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства
e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Быков Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства
e-mail: bykovd73@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Варина Анна Витальевна, студент 2 курса факультета зоотехнологий и агробизнеса
e-mail: varina-anna@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Ключевые слова: Actisaf SC 47, пробиотик, лактирующие коровы, продуктивность, качество молока, биохимия крови, экономическая эффективность.

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению эффективности применения пробиотика Actisaf SC 47 на основе живых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в кормлении высокопродуктивных коров голштинской породы. Целью работы являлась комплексная оценка влияния добавки на продуктивность, качественные характеристики молока, биохимический профиль крови, поведение животных и экономическую эффективность производства. В ходе 90-дневного опыта были сформированы контрольная и опытная группы по 20 голов каждая. Опытные животные получали основной рацион с добавлением

Actisaf SC 47 в дозе 10 г/гол./сутки. По результатам опыта установлено, что среднесуточный удой в опытной группе достоверно увеличился на 8,4% по сравнению с контролем ($p < 0,05$), а содержание основных компонентов молока (жира, белка, лактозы и СОМО) возросло в пределах 3–7%, при сохранении физиологических значений. Биохимические показатели крови показали повышение уровня общего белка, глюкозы, кальция и фосфора, что указывает на улучшение обменных процессов и метаболическую устойчивость организма. Поведенческий мониторинг подтвердил увеличение продолжительности жвачки и поедаемости сухого вещества, что может свидетельствовать об улучшении микробиологической активности рубца. Экономический анализ продемонстрировал рост выручки на 167 тыс. руб. и прирост прибыли на 131 тыс. руб. за счёт увеличения молочной продуктивности при дополнительных затратах на пробиотик в размере 36 тыс. руб. Рентабельность в опытной группе достигла 129,1% против 119,9% в контроле. Таким образом, применение пробиотика Actisaf SC 47 является эффективным инструментом повышения продуктивности и экономической отдачи в промышленном молочном скотоводстве, сочетая биологическую безопасность, технологическую стабильность и экономическую целесообразность.

Введение

В условиях нарастающей интенсификации молочного животноводства одним из ключевых вызовов становится сохранение стабильного и высокоэффективного функционирования пищеварительной системы жвачных животных. Поскольку молочная продуктивность коров напрямую зависит от полноценного микробного брожения в рубце, особое значение приобретает обеспечение устойчивой рубцовой микробиоты. Современные системы кормления, несмотря на их энергетическую и белковую сбалансированность, всё чаще провоцируют дисбиоз, ацидоз и снижение эффективности переваривания клетчатки. Это, в свою очередь, приводит к падению продуктивности, ухудшению качественных показателей молока и росту себестоимости продукции [1–4, 13, 14].

Многочисленные исследования последних двух десятилетий подтверждают, что одним из эффективных путей стабилизации рубцовой среды является применение пробиотиков, прежде всего живых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Среди коммерческих форм, зарекомендовавших себя на международном рынке, особое место занимает пробиотик Actisaf SC 47, разработанный французской компанией Phileo by Lesaffre. Препарат представляет собой концентрат активных сухих дрожжей с высокой численностью живых клеток (не менее 1×10^{10} КОЕ/г), устойчивых к грануляции и желудочно-кишечным условиям. Actisaf SC 47 обладает GRAS-статусом, зарегистрирован в ЕС и

одобрен для применения в рационах продуктивных животных.

Механизм действия препарата основывается на трёх направлениях: создание анаэробных условий для целлюлолитических бактерий, связывание кислорода и снижение окислительного стресса, а также конкурентное вытеснение патогенной микрофлоры. Кроме того, Actisaf SC 47 стимулирует синтез летучих жирных кислот, особенно ацетата, что благоприятно сказывается на энергетическом обеспечении лактации. По данным (Hristov et al., 2010), регулярное применение препарата стабилизирует рН рубца в пределах физиологической нормы (6,2–6,8), снижает уровень молочной кислоты и увеличивает популяцию фибролитических бактерий [15].

Метаанализы исследований, охватывающие более 50 опытов в различных климатических и технологических условиях [11, 15–18, 20, 21], показали, что включение Actisaf SC 47 позволяет увеличить удой в среднем на 2,1 кг/сутки, а содержание жира – на 0,14%. Особенно выраженный эффект наблюдается при высокоэнергетических рационах с повышенной долей концентратов, где препарат нивелирует риск субклинического ацидоза. Также отмечается снижение случаев кетоза и ацетонемии у коров в раннюю лактацию [18].

Клинические наблюдения в фермерских хозяйствах ряда стран ЕС, США и Китая показали, что использование Actisaf SC 47 в дозировке 5–10 г/гол./сутки способствует снижению интервала между отёлом и наступлением пика лактации, а также повышает фертильность. Исследование многих авторов подтвердило безопасность и эффективность добавки при длительном применении. В российской практике использование аналогичных пробиотиков также доказало свою состоятельность [5, 6, 7, 9, 10, 19].

Кроме того, в ряде исследований (Филатова и др., 2022; Смирнова и др., 2023) рассматривалось влияние пробиотических добавок на качественные характеристики молока и биохимические показатели крови. Было установлено, что применение пробиотиков способствовало повышению массовой доли белка и жира в молоке, улучшению биодоступности макроэлементов (Ca, P), а также снижению уровней печёночных ферментов (АСТ, АЛТ), что свидетельствует об общем оздоровительном эффекте. Эти данные подтверждают потенциал пробиотических дрожжей в повышении физиологической стабильности у высокопродуктивных коров.

Таким образом, применение пробиотических дрожжевых добавок, и, в частности, Actisaf SC 47, представляет собой перспективное направление повышения продуктивности, оздоровления пищеварительной системы и экономической эффективности в молочном животноводстве. Однако необходимость локальных исследований, учитывающих

особенности кормовой базы, генотипа животных и условий содержания, остаётся актуальной и требует научного обоснования, что и определяет значимость настоящей работы.

Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния пробиотика Actisaf SC 47 на продуктивность, биохимические параметры крови и качественные характеристики молока у высокопродуктивных коров голштинской породы.

Задачи исследования:

- оценить среднесуточный удой и состав молока у коров опытной и контрольной групп;
- проанализировать изменения биохимических показателей крови;
- рассчитать экономическую эффективность применения пробиотика.

Материал и методы исследования

Для достижения достоверных и воспроизводимых результатов в ходе настоящего исследования была применена комплексная методология, включающая оценку производственных, физиологических и экономических параметров. Исследование разрабатывалось с учётом стандартов зоотехнии, рекомендаций по статистической достоверности и принципов сопоставимости групп животных по ключевым признакам. В процессе работы обеспечивался строгий контроль условий содержания, кормления и наблюдения, а отбор биоматериала и аналитические процедуры выполнялись по унифицированным методам, рекомендованным в ветеринарной и зоотехнической практике (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество животных	20	20
Порода	Голштинская	Голштинская
Стадия лактации	30–60 день	30–60 день
Продуктивность	≥ 35 кг/сутки	≥ 35 кг/сутки
Добавка	–	Actisaf SC 47
Доза	–	10 г/гол./сут.
Длительность опыта	90 суток	90 суток

Основной рацион кормления был одинаковым для обеих групп, за исключением добавки в опытной группе (таблица 2). Он включал следующие компоненты:

- силос кукурузный – 20 кг,
- сенаж из клевера – 12 кг,

- сено люцерновое – 3 кг,
- комбикорм К-60 – 8 кг,
- жмых подсолнечный – 1,5 кг,
- премикс – 0,3 кг,
- соль поваренная – 0,05 кг,
- мел кормовой – 0,08 кг.

Таблица 2 – Питательность основного рациона

Показатель	Значение
Сухое вещество, кг	22,5
Обменная энергия, МДж	260,0
Сырой протеин, г	3400
ПДИ, г	2300
Сахара, г	900
Крахмал, г	3500
Клетчатка, г	4200
Сырая клетчатка, г	3000
НДК, г	4700
АДК, г	2700
Сырой жир, г	900
Лизин, г	120
Метионин, г	80
Кальций, г	110
Фосфор, г	85
Натрий, г	35
Магний, г	25
Калий, г	140
Сера, г	12
Железо, мг	600
Цинк, мг	550
Медь, мг	100
Марганец, мг	250
Йод, мг	5
Кобальт, мг	1,5
Селен, мг	0,4
Витамин А, тыс. МЕ	120
Витамин D, тыс. МЕ	25

Витамин Е, мг	500
рН силоса	4,1

Исследование проводилось на базе молочного комплекса, расположенного в Московской области. Для проведения опыта было отобрано 40 клинически здоровых коров голштинской породы в первую фазу лактации, с удоем не ниже 35 кг/сутки. Животные были распределены на две группы по 20 голов: контрольную и опытную. Группы формировались по принципу пар-аналогов с учётом возраста, живой массы, стадии лактации и предшествующего удоя.

Диапазон лактации от 30 до 60 дней обусловлен необходимостью первой фазы лактации, критичной по уровню метаболической нагрузки. Из 20 коров контрольной группы, 8 животных были включены в опыт на 30–35-й день лактации, 7 – на 36–45-й день, 5 – на 46–60-й день. В опытной группе распределение было аналогичным (7, 6 и 7 голов соответственно). Это позволило обеспечить сопоставимость по стадиям лактации и минимизировать вариабельность за счёт использования метода пар-аналогов.

Контрольной группе скармливали основной рацион (ОР), включающий кукурузный силос, сенаж, высококачественное сено, комбикормконцентрат и премикс. Животные опытной группы получали идентичный рацион с добавлением пробиотика Actisaf SC 47 в дозе 10 г/гол./сутки. Препарат вносился в состав концентратов на этапе смешивания в кормоцехе, обеспечивая равномерное распределение.

Опыт продолжался 90 суток. Учёт продуктивности проводился один раз в месяц на основании контрольного доения, анализ качества молока также выполнялся ежемесячно. Образцы крови для биохимического анализа отбирали из подвостовой вены в начале, середине и конце опыта. Определяли следующие параметры: общий белок, альбумины, глюкоза, мочевины, АСТ, АЛТ. Анализ выполнялся на автоматическом биохимическом анализаторе с использованием сертифицированных наборов реактивов.

Поведение животных наблюдали визуально и с применением видеонаблюдения: фиксировали продолжительность жвачки, активность, аппетит, структуру кала. Параллельно контролировали поедаемость сухого вещества, рассчитываемую по разности между выданным и остаточным кормом.

Экономический расчёт включал в себя учет прироста удоя, себестоимости добавки, закупочной цены молока и определение чистой прибыли на голову. Все количественные данные обрабатывались методом вариационной статистики. Проверка значимости различий проводилась с использованием критерия Стьюдента ($p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

Молочная продуктивность. Одним из основных параметров, характеризующих эффективность кормления, является молочная продуктивность. В рамках настоящего исследования была проведена оценка динамики среднесуточного удоя у коров контрольной и опытной групп за каждый месяц 90-дневного опыта. Учет проводился на основании контрольных доений. Приведённые ниже данные позволяют судить о положительном влиянии добавки Actisaf SC 47 на молочную продуктивность животных в течение всего периода наблюдения (таблица 3).

Таблица 3 – Молочная продуктивность лактирующих коров

Период опыта	Контрольная группа (кг)	Опытная группа (кг)	Прирост (%)
1-й месяц	34,1 ± 1,4	35,7 ± 1,3*	+4,7
2-й месяц	34,9 ± 1,2	37,4 ± 1,1*	+7,2
3-й месяц	35,1 ± 1,3	39,7 ± 1,2**	+13,1
Среднее за опыт	34,7 ± 1,3	37,6 ± 1,2*	+8,4

* – различие статистически достоверно при $p < 0,05$; ** – различие статистически достоверно при $p < 0,01$.

Данные по удоям показывают чёткую положительную динамику: в 1-м месяце среднесуточный удой в опытной группе составил 35,7 кг против 34,1 кг в контроле, прирост – 4,7% ($p < 0,05$); во 2-м месяце – 37,4 кг против 34,9 кг, прирост – 7,2% ($p < 0,05$); а в 3-м месяце – 39,7 кг против 35,1 кг, что эквивалентно приросту на 13,1% ($p < 0,01$). В среднем за весь опыт удой в опытной группе был выше на 2,9 кг (8,4%, $p < 0,05$). Это свидетельствует о накопительном эффекте пробиотика, усиливающим метаболические и ферментативные процессы.

Следует отметить, что в таблице 1 указано значение продуктивности ≥ 35 кг/сутки на момент формирования групп. Однако в процессе наблюдений в первой фазе опыта (1-й месяц) часть коров контрольной группы показала незначительное снижение удоя, что обусловлено физиологическими колебаниями лактационной кривой и стресс-факторами адаптационного периода. Тем не менее средний показатель за весь опыт оставался близким к заданному уровню.

Качественные показатели молока. Качественные параметры молока являются важнейшими критериями его технологической и пищевой ценности. В исследовании определяли массовую долю жира, белка, лактозы и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Указанные показатели анализировались ежемесячно, что позволило

проследить их динамику под влиянием пробиотика Actisaf SC 47. Результаты свидетельствуют об улучшении состава молока у коров опытной группы, особенно по содержанию жира и СОМО (таблица 4).

Таблица 4 – Качественные показатели молока

Показатель	Период	Контрольная группа	Опытная группа	Прирост (%)
Жир, %	1 месяц	3,74 ± 0,06	3,83 ± 0,05	+2,4
	2 месяц	3,78 ± 0,07	3,95 ± 0,06*	+4,5
	3 месяц	3,79 ± 0,06	4,06 ± 0,05**	+7,1
Белок, %	1 месяц	3,20 ± 0,05	3,23 ± 0,04	+0,9
	2 месяц	3,23 ± 0,04	3,26 ± 0,03	+0,9
	3 месяц	3,22 ± 0,04	3,32 ± 0,03*	+3,1
Лактоза, %	1 месяц	4,72 ± 0,08	4,75 ± 0,07	+0,6
	2 месяц	4,70 ± 0,07	4,79 ± 0,06*	+1,9
	3 месяц	4,69 ± 0,06	4,83 ± 0,05**	+3,0
СОМО, %	1 месяц	8,60 ± 0,10	8,69 ± 0,09	+1,0
	2 месяц	8,63 ± 0,11	8,80 ± 0,09*	+2,0
	3 месяц	8,65 ± 0,10	8,92 ± 0,08**	+3,1

* различие статистически достоверно при $p < 0,05$; ** различие статистически достоверно при $p < 0,01$.

Анализ качественных показателей молока выявил, что к концу опыта массовая доля жира в опытной группе достигла 4,06% против 3,79% в контроле, прирост составил 7,1% ($p < 0,01$). Белок увеличился с 3,22% до 3,32% (+3,1 %, $p < 0,05$), лактоза – с 4,69% до 4,83% (+3,0%, $p < 0,01$), а СОМО – с 8,65% до 8,92% (+3,1%, $p < 0,01$). Такие результаты указывают на более стабильное и интенсивное функционирование рубцовой микрофлоры у опытных животных, что подтверждает эффективность применения Actisaf SC 47.

Биохимические показатели крови. Биохимические параметры крови отражают обменные и физиологические процессы, происходящие в организме животных, и позволяют оценить адаптивный и метаболический ответ на введение пробиотика (таблица 5).

Таблица 5 – Биохимические показатели крови лактирующих коров

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Общий белок, г/л	74,8 ± 1,6	78,5 ± 1,9*
Альбумины, г/л	32,1 ± 1,2	34,0 ± 1,4*
Глюкоза, ммоль/л	2,81 ± 0,12	3,09 ± 0,14*
Мочевина, ммоль/л	5,70 ± 0,25	5,76 ± 0,28
АСТ, Ед/л	85,3 ± 4,2	81,4 ± 4,0
АЛТ, Ед/л	26,7 ± 1,5	25,3 ± 1,4
Кальций, ммоль/л	2,30 ± 0,08	2,41 ± 0,09*
Фосфор, ммоль/л	1,68 ± 0,07	1,79 ± 0,06*
Магний, ммоль/л	0,83 ± 0,05	0,88 ± 0,04
Холестерин, ммоль/л	3,82 ± 0,15	3,91 ± 0,14
Триглицериды, ммоль/л	0,45 ± 0,02	0,48 ± 0,03
Щелочная фосфатаза, Ед/л	101 ± 6	109 ± 5
* различие статистически достоверно при $p < 0,05$; ** различие статистически достоверно при $p < 0,01$.		

Результат анализа биохимии крови показывает, что добавление Actisaf SC 47 привело к выраженному физиологическому отклику у животных опытной группы. Повышение уровня общего белка (с 74,8 до 78,5 г/л, $p < 0,05$) и альбуминов (с 32,1 до 34,0 г/л, $p < 0,05$) указывает на усиление синтетической функции печени и стабилизацию белкового обмена. Это особенно важно в условиях ранней лактации, когда потребности организма в пластических веществах возрастают.

Рост концентрации глюкозы на 10% (с 2,81 до 3,09 ммоль/л, $p < 0,05$) отражает улучшение энергетического обеспечения, что, вероятно, связано с более эффективным ферментативным расщеплением углеводов и повышенной абсорбцией продуктов микробного брожения, в том числе пропионата. Стабильный уровень мочевины при одновременном увеличении общего белка свидетельствует об оптимальном балансе между поступлением и утилизацией азота.

Повышение концентраций кальция (с 2,30 до 2,41 ммоль/л, $p < 0,05$) и фосфора (с 1,68 до 1,79 ммоль/л, $p < 0,05$) может быть следствием улучшения всасываемости минеральных веществ в кишечнике под влиянием нормализованной микрофлоры. Эти изменения особенно значимы в контексте профилактики послеродовых нарушений минерального обмена, таких как гипокальциемия.

По остальным показателям (АСТ, АЛТ, холестерин, триглицериды, щелочная фосфатаза) достоверных различий между группами не

зафиксировано, что подтверждает отсутствие негативного влияния пробиотика на печеночную и липидную функцию. Вместе взятые данные указывают на положительное влияние Actisaf SC 47 на метаболическую адаптацию высокопродуктивных коров в условиях интенсивной лактации.

Полученные значения биохимических показателей как в контрольной, так и в опытной группах находились в пределах физиологической нормы для лактирующих коров: общий белок – 72–82 г/л, глюкоза – 2,5–3,5 ммоль/л, кальций – 2,1–2,6 ммоль/л, фосфор – 1,4–1,9 ммоль/л. Это подтверждает отсутствие патологических отклонений и указывает на физиологическую направленность воздействия добавки.

Поведение и кормопоедание. Поведенческие реакции и уровень поедаемости корма являются чувствительными индикаторами физиологического состояния и комфорта животных. В данном исследовании проводился визуальный и видеоконтроль за активностью коров, длительностью жвачки, а также оценивалась поедаемость сухого вещества рациона. Полученные данные представлены в виде графика, отражающего количественные различия между контрольной и опытной группами (рисунок 1).

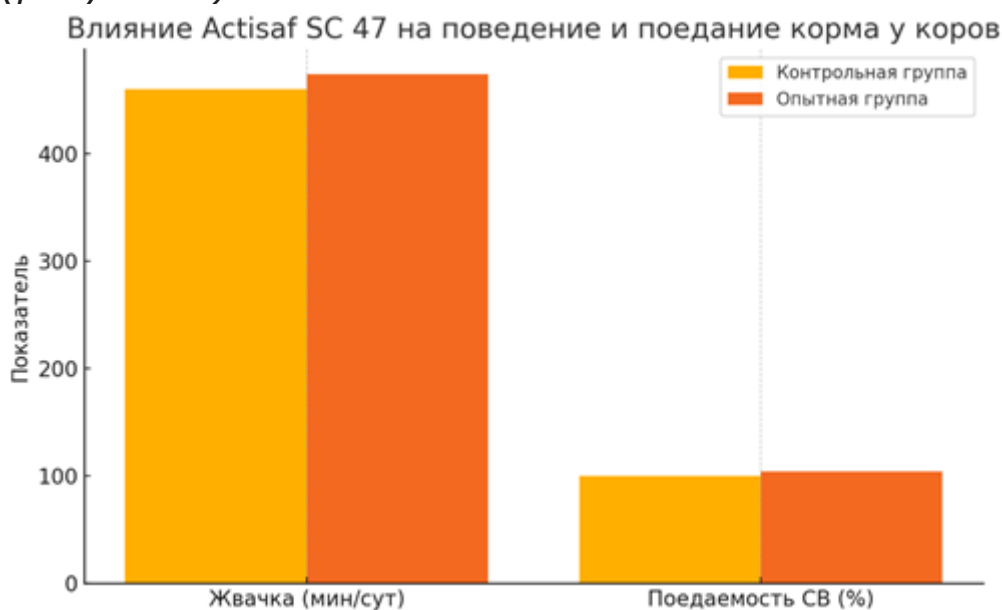


Рисунок 1 – Поведенческая реакция и уровень поедаемости корма

На основании представленного графика установлено, что у коров, получавших пробиотик Actisaf SC 47, продолжительность жвачки увеличилась в среднем на 14 минут в сутки (с 460 до 474 мин/сут), что может свидетельствовать о повышении активности рубца и лучшем формировании пищевого комка. Поедаемость сухого вещества выросла на 4,1% по сравнению с контролем (104,1% против 100%), что указывает на улучшение аппетита и усвояемости кормов. Эти изменения

демонстрируют положительное влияние пробиотика на поведенческую физиологию и эффективность кормления.

Экономическая эффективность скармливания пробиотика Actisaf SC 47. Экономическая оценка эффективности применения пробиотика Actisaf SC 47 проводилась с учётом стоимости рациона, уровня молочной продуктивности и выручки от реализации продукции. Расчёт выполнен по завершению 90-дневного опыта на всю группу животных (20 голов). Учитывалось, что увеличение удоя сопровождалось ростом выручки, а цена пробиотика была компенсирована повышением продуктивности (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность скармливания пробиотика

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Продолжительность опыта (сутки)	90	90
Количество коров в группе, гол.	20	20
Суточный удой, кг	34,7	37,6
Общий удой за период, кг	62 460	67 680
Цена реализации 1 кг молока, руб.	32	32
Выручка от реализации, руб.	1 998 720	2 165 760
Стоимость рациона, руб./сутки	505	505
Затраты на кормление за период, руб.	909 000	909 000
Доп. затраты на пробиотик, руб.	—	36 000
Общие затраты, руб.	909 000	945 000
Валовая прибыль, руб.	1 089 720	1 220 760
Прибыль на группу, руб.	1 089 720	1 220 760
Разница прибыли, руб.	—	+131 040
Рентабельность, %	119,9	129,1

Анализ полученных экономических данных свидетельствует о том, что применение пробиотика Actisaf SC 47 оказывает не только положительное физиологическое воздействие на организм лактирующих коров, но и способствует повышению экономической эффективности производства, обеспечивая снижение затрат и увеличение прибыли. При дополнительных затратах на пробиотик в размере 36000 рублей за весь опытный период, наблюдался значительный прирост в удое на 5220 кг молока на группу из 20 голов. Это обеспечило увеличение выручки на 167 040 рублей (2 165 760 руб. против 1 998 720 руб. в контроле).

Увеличение объёма продукции привело к росту валовой прибыли с 1 089 720 до 1 220 760 руб., то есть на 131 040 руб., несмотря на равную стоимость базового рациона в обеих группах. Рентабельность опытной группы составила 129,1%, что на 9,2 процентных пункта выше, чем в контроле. Таким образом, каждые вложенные 1 800 рублей на корову в виде пробиотической добавки обеспечили возврат более 6 500 рублей чистой прибыли.

Важно подчеркнуть, что полученный экономический эффект обусловлен устойчивым увеличением продуктивности, улучшением усвояемости кормов и повышением качества молока, что делает инвестицию в Actisaf SC 47 оправданной при современных ценах на сырье и продукцию. Эти данные особенно значимы для крупных хозяйств, ориентированных на стабильный рост производственных показателей без увеличения объёмов кормов. Следовательно, применение пробиотика следует рассматривать как стратегический элемент в управлении продуктивностью и себестоимостью на молочных фермах.

Выводы

Результаты проведённого исследования убедительно подтверждают эффективность применения пробиотика Actisaf SC 47 в кормлении высокопродуктивных лактирующих коров голштинской породы. Добавление препарата в рацион способствовало статистически значимому увеличению удоя на 8,4%, а также улучшению качественных характеристик молока – содержанию жира (+7,1%), белка (+3,1%), лактозы (+3,0%) и СОМО (+3,1%).

Положительная динамика биохимических показателей крови, включая повышение общего белка, альбуминов, глюкозы, кальция и фосфора, указывает на улучшение обменных процессов и стабильность физиологического состояния животных. Эти изменения подтверждают метаболическую направленность действия пробиотика и его положительное влияние на адаптацию организма к лактационной нагрузке.

Отдельное внимание заслуживают поведенческие показатели: увеличение продолжительности жвачки и поедаемости сухого вещества свидетельствуют о нормализации рубцовой деятельности и повышении комфорта кормления. Эти аспекты имеют прямое влияние на продуктивность и здоровье животных.

Наиболее убедительным показателем эффективности применения Actisaf SC 47 стал экономический результат: при увеличении удоя на 5220 кг в группе из 20 коров за опытный период и выручке, превышающей контрольную на 167 тыс. руб., затраты на пробиотик были полностью компенсированы, а прибыль увеличена на 131 040 руб. Рентабельность достигла 129,1%, превысив аналогичный показатель контрольной группы на 9,2 процентных пункта.

Таким образом, применение пробиотика Actisaf SC 47 в кормлении высокопродуктивных коров является научно обоснованным и экономически оправданным решением, способствующим росту продуктивности, стабилизации обменных процессов и повышению рентабельности молочного производства.

Литература:

1. Бурова, О.А. Профилактика желудочно-кишечных болезней телят с применением биологически активных веществ / О.А. Бурова, А.А. Блохин, В.В. Исаев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 3 (40). – С. 36–39.
2. Григорьев, Д.Ю. Влияние нового активатора рубцовой микрофлоры на молочную продуктивность коров / Д.Ю. Григорьев, Д.А. Пирогов, Д.В. Фризен // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 4. – С. 46–51.
3. Дежаткина, С.В. Обмен веществ и продуктивность животных при использовании комплексной подкормки / С.В. Дежаткина, Н.А. Любин, М.Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1 (41). – С. 79–85.
4. Лаптев, Г.Ю. Микробиом рубца – основа здоровья коров / Г.Ю. Лаптев, Е. Йылдырым, Л. Ильина // Животноводство России. – 2020. – № 4. – С. 42–45.
5. Маммаева, Т.В. Дрожжевые пробиотики в кормлении коров / Т.В. Маммаева // Сельскохозяйственные вести. – 2023. – № 1. – С. 28.
6. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: монография. / Р.В. Некрасов, А.В. Головин, Е.А. Махаев [и др.]. – Москва, 2018. – 290 с.
7. Использование бифидосодержащей кормовой пробиотической добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.Ю. Цис [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 3. – С. 3–8.
8. Никулин, В.Н. Состояние обмена минеральных веществ у молодняка КРС при включении в рацион пробиотика / В.Н. Никулин, Р.З. Мустафин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (45). – С. 164–166.
9. Смирнова, Ю.М. Эффективность использования пробиотика «Румит» в рационе дойных коров айрширской породы / Ю.М. Смирнова, А.В. Платонов, В.А. Котелевская // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – № 24 (3). – С. 468–477.
10. Применение пробиотического препарата на основе *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium* коровам в разные периоды лактации / А.В. Филатов, С.В. Аникин, Н.А. Шемуранова, А.Ф. Сапожников // Молочное и мясное скотоводство. – 2022. – № 2. – С. 51–55.

11. Amina A. B., Shengyong M. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Animal Nutrition*, 2021, vol. 7, Iss. 2, pp. 31-41. (In English) – Text direct
12. Arakcheeva E. N., Zabashta N. N., Marchenko A. Yu., Lisovitskaya E. P., Bychenko N. V., Moskalenko E. A. Use of a complex probiotic supplement in turkey feeding. *Agrarian Science*, 2022, vol. 6, pp. 52–57. Available at: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-52-57>. (In English) – Text electronic
13. Dann H.M., Drackley J.K., McCoy G.C., Hutjens M.F., Garrett J.E. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 2000, vol. 83, pp. 123–127. (In English) – Text direct
14. Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B. Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2014, vol. 11, pp. 506–514. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66. (In English) – Text direct
15. Hristov A.N., Varga G., Cassidy T. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2010, vol. 93, Iss. 2, pp. 682-692. (In English) – Text direct
16. Krause K.M., Oetzel G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, vol. 126, Iss. 3–4. pp. 215-236. (In English) – Text direct
17. Podobed L.I. Effectiveness of a probiotic based on lactic acid bacteria when changing diets in dairy cows. *Agrarian Science*, 2021, Iss. 11-12, pp. 15–19. Available at: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-15-1>. (In English) – Text electronic
18. Poppy G.D., Rabiee A.R., Lean I.J. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2012, vol. 95, pp. 6027–6041. (In English) – Text direct
19. Raeth-Knight M. L. Effect of Direct-Fed Microbials on Performance, Diet Digestibility, and Rumen Characteristics of Holstein Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, 2007, vol. 90, p.1802–1809. (In English) – Text direct
20. Ruin V. A., Kistina A. A., Prytkov Y. N. The use of a probiotic complex in feeding dairy cows. *The Agrarian Scientific Journal*, 2022, vol. 4, pp. 64–66. Available at: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp64-66>. (In English) – Text electronic
21. Souza V.L. Desempenho e utilização de nutrientes por vacas leiteiras suplementadas com *Bacillus subtilis*. Universidade Federal do

Paraná, Curitiba, (Dissertação de Mestrado). 2011. 63p. – Text direct

References:

Burova O.A., Blokhin A.A., Isaev V.V. Prevention of gastrointestinal diseases in calves using biologically active substances. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of Euro-Northeast], 2014, no. 3 (40), pp. 36–39. (In Russian) – Text direct

Grigor'ev D. Yu., Pirogov D. A., Frizen D. V. The effect of a new rumen microbiota activator on the milk productivity of cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2020, no. 4, pp. 46–51. (In Russian) – Text direct

Dezhatkina S.V., Lyubin N.A., Dezhatkin M.E. Metabolism and productivity of animals when using a complex feed supplement. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2018, no. 1 (41), pp. 79–85. (In Russian) – Text direct

Laptev G. YU., Yldyrym E., Il'ina L. Rumen microbiome as the foundation of cow health. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2020, no. 4, pp. 42–45. (In Russian) – Text direct

Mammaeva T.V. Yeast probiotics in cow feeding. *Sel'skokhozyaystvennyye vesti* [Agricultural News], 2023, no. 1, pp. 28. (In Russian) – Text direct

Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A. *Normy potrebnostey molochnogo skota i sviney v pitatel'nykh veshchestvakh* [Nutrient requirements of dairy cattle and pigs]. Moscow, 2018. 290 p. – Text direct

Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Tsis E. Yu., Karetkin B.A., Tereshkova E.A., Myagkikh F.F. The use of bifidobacteria-containing feed probiotic additive in feeding young cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2021, no. 3, pp. 3–8. (In Russian) – Text direct

Nikulin V.N., Mustafin R.Z. Mineral metabolism status in young cattle with a probiotic included in the diet. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 1 (45), pp. 164–166. (In Russian) – Text direct

Smirnova Yu.M., Platonov A.V., Kotelevskaya V.A. Efficiency of using the Rumit probiotic in the diet of Ayrshire dairy cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of Euro-Northeast], 2023, no. 24 (3), pp. 468–477. (In Russian) – Text direct

Filatov A. V., Anikin S. V., Shemuranova N. A., Sapozhnikov A.F. Application of a probiotic preparation based on *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium* for cows in different lactation periods. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2022, no. 2, pp. 51–55. (In Russian) – Text direct

Amina A. B., Shengyong M. Influence of yeast on rumen fermentation,

growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Animal Nutrition*, 2021, vol. 7, Iss. 2, pp. 31-41. (In English) – Text direct

12. Arakcheeva E. N., Zabashta N. N., Marchenko A. Yu., Lisovitskaya E. P., Bychenko N. V., Moskalenko E. A. Use of a complex probiotic supplement in turkey feeding. *Agrarian Science*, 2022, vol. 6, pp. 52–57. Available at: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-52-57>. (In English) – Text electronic

13. Dann H.M., Drackley J.K., McCoy G.C., Hutjens M.F., Garrett J.E. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 2000, vol. 83, pp. 123–127. (In English) – Text direct

14. Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B. Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2014, vol. 11, pp. 506–514. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66. (In English) – Text direct

15. Hristov A.N., Varga G., Cassidy T. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2010, vol. 93, Iss. 2, pp. 682-692. (In English) – Text direct

16. Krause K.M., Oetzel G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, vol. 126, Iss. 3–4. pp. 215-236. (In English) – Text direct

17. Podobed L. I. Effectiveness of a probiotic based on lactic acid bacteria when changing diets in dairy cows. *Agrarian Science*, 2021, Iss. 11-12, pp. 15–19. Available at: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-15-1>. (In English) – Text electronic

18. Poppy G.D., Rabiee A.R., Lean I.J. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2012, vol. 95, pp. 6027–6041. (In English) – Text direct

19. Raeth-Knight M. L. Effect of Direct-Fed Microbials on Performance, Diet Digestibility, and Rumen Characteristics of Holstein Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, 2007, vol. 90, p.1802–1809. (In English) – Text direct

20. Ruin V. A., Kistina A. A., Prytkov Y. N. The use of a probiotic complex in feeding dairy cows. *The Agrarian Scientific Journal*, 2022, vol. 4, pp. 64–66. Available at: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp64-66>. (In English) – Text electronic

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

Use of the Probiotic Actisaf SC 47 in Feeding of Lactating Cows

Syrovatskiy Maksim Viktorovich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, the Animal Feeding and Feed Production Department
e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA
named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

Bykov Dmitriy Vladimirovich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor, the Animal Feeding and Feed Production Department
e-mail: bykovd73@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA
named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

Varina Anna Vital'evna, student, the Faculty of Animal Science and Agribusiness

e-mail: varina-anna@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA
named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

Keywords: Actisaf SC 47, probiotic, lactating cows, productivity, milk quality, blood biochemistry, economic efficiency.

Abstract. The present research investigates effectiveness of the Actisaf SC 47 probiotic based on live *Saccharomyces cerevisiae* yeast in feeding high-yielding Holstein cows. The aim of the study is to provide a comprehensive assessment of the supplement effect on productivity, milk quality parameters, blood biochemical profile, animal behavior and economic efficiency. A 90-day farming experiment has been carried out with two groups of 20 cows each: a control group and an experimental one. The experimental cows have been given the basal diet supplemented with Actisaf SC 47 at a dosage of 10 g/head/day. The results of the experiment have shown a statistically significant increase ($p < 0.05$) in average daily milk yield in the experimental group by 8.4% compared to the control one. The amount of the main milk components (fat, protein, lactose, and solids-not-fat) has increased by 3–7%, while remaining within physiological limits. Blood biochemical analysis has revealed high levels of total protein, glucose, calcium, and phosphorus, indicating improved metabolic processes

and enhanced metabolic stability. Behaviour observations have confirmed extended rumination duration and increased dry matter intake, which may indicate improved rumen microbial activity. The economic analysis has demonstrated a revenue increase of 167,000 rubles and a profit gain of 131,000 rubles, attributed to increased milk production, with additional costs for the probiotic amounting to 36,000 rubles. Profitability in the experimental group has reached 129.1%, compared to 119.9% in the control one. Thus, the Actisaf SC 47 probiotic is an effective tool for improving productivity as well as economic return in industrial dairy farming that comprises biological safety, technological stability and economic feasibility.

Анализ питательных веществ и кормовой ценности заготовленных кормов в регионах Вологодской области

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: объемистые корма, питательность, чистая энергия лактации, кормовая ценность.

Аннотация. Исследование, описанное в статье, посвящено изучению качества кормов, заготовленных в Вологодской области. Авторы анализировали лабораторные данные, чтобы получить полное представление о питательной ценности кормов в регионах Вологодской области. Главная задача зоотехнического анализа – установить точное количество питательных веществ (белки, жиры, углеводы), минералов и биологически активных компонентов в исследуемых образцах. Цель исследования заключалась в установлении различий в содержании питательных веществ объемистых кормов, заготовленных в различных географических точках области, и выявление возможных отклонений в кормовой ценности. Проанализированные корма показали значительный разброс по своим основным показателям качества. Содержание протеина колебалось от 7,81 до 16,33%, что указывает на существенные различия в питательной ценности. Содержание клетчатки также варьировалось в широких пределах – от 20,86 до 29,40%. Энергетическая ценность кормов, выраженная в обменной энергии, находилась в диапазоне от

8,77 до 11,20 МДж/кг. Чистая энергия лактации, важный показатель для кормов, предназначенных для лактирующих животных, составила от 4,07 до 5,20 МДж/кг. Несмотря на различия в содержании основных питательных веществ, все образцы кормов продемонстрировали высокое качество, поскольку их относительная кормовая ценность во всех случаях превышала 100%. Это свидетельствует о том, что корма обладают хорошей усвояемостью и обеспечивают животных необходимыми питательными веществами.

Введение

В современном животноводстве обеспечение животных качественными и сбалансированными кормами является основой высокой продуктивности и крепкого здоровья. Среди разнообразия кормов особое место занимают силос, силаж и сенаж – объемистые корма, получаемые путем консервирования зеленой массы. Эти корма, заготавливаемые в период активного роста растений, позволяют специалистам обеспечить животных питательными веществами в течение всего года, особенно в зимний период, когда доступ к свежей траве ограничен. Силос и сенаж, при правильной заготовке и хранении, становятся не только надежным источником энергии и питательных веществ, но и важным фактором, влияющим на экономическую эффективность животноводческой отрасли [1, 2, 3].

Основа рациона крупного рогатого скота (КРС) – объемистые корма. Их качество напрямую определяет здоровье животных, их репродуктивную способность, темпы роста и, в конечном итоге, продуктивность. Качество объемистых кормов оказывает решающее влияние на экономическую эффективность животноводства [4, 5, 6]. Чем выше качество кормов, тем меньше требуется дорогостоящих комбикормов и добавок, что, соответственно, снижает себестоимость получаемой продукции. Это особенно актуально в условиях современной экономики, где минимизация затрат является ключевым фактором успеха сельскохозяйственных предприятий [7, 8, 9]. Однако на сегодняшний день значительная часть заготавливаемых в России объемистых кормов не соответствует необходимым стандартам по содержанию энергии и протеина. Эта проблема существенно ограничивает возможности реализации генетического потенциала высокопродуктивного скота. Дело в том, что высокопродуктивные животные чрезвычайно чувствительны к дисбалансам в питании, как к дефициту, так и к избытку питательных веществ и биологически активных компонентов [10, 11]. Недостаток питательных веществ приводит к снижению продуктивности, ухудшению здоровья и репродуктивных функций, в то время как избыток может вызвать различные метаболические нарушения и негативно сказаться на качестве продукции. Для компенсации недостатка

питательных веществ в низкокачественных кормах приходится увеличивать долю дорогостоящих концентратов в рационе, что сводит на нет экономическую выгоду от содержания высокопродуктивных животных. В связи с этим, оптимизация процесса заготовки кормов приобретает первостепенное значение [12, 13].

Наиболее эффективными и экономически выгодными методами получения высококачественных объемистых кормов с высоким содержанием энергии и протеина являются силосование и сенажирование. Эти технологии позволяют сохранить значительную часть питательных веществ исходного сырья. При соблюдении всех технологических требований, сохранность сухого вещества в силосе и сенаже может достигать 84,00–90,00%, а сырого протеина – 86,00–96,00%. Это означает, что большая часть питательных веществ, содержащихся в исходном растительном материале, сохраняется в готовом корме, что существенно повышает эффективность его использования животными [14, 15]. Однако получение качественных силоса и сенажа требует строгого соблюдения технологических регламентов. Это включает в себя своевременную уборку урожая, оптимальное сахаро-буферное соотношение в сырье, правильную степень провяливания, подходящую длину резки, использование эффективных консервантов, тщательное уплотнение и герметизацию массы. Любое отклонение от этих требований может привести к снижению качества корма, развитию нежелательных микробиологических процессов, потерям питательных веществ и, как следствие, снижению эффективности кормопроизводства [16, 17].

Задача кормопроизводства состоит в обеспечении животных кормами, которые отвечают определенным стандартам питательной ценности. В частности, сухое вещество кормов должно содержать 10,50–11,00 МДж обменной энергии, 15,00–18,00% сырого протеина для кормов из злаковых культур и 18,00–23,00% сырого протеина для кормов из бобовых [18]. Достижение этих показателей является необходимым условием для обеспечения высокого уровня продуктивности КРС без необходимости чрезмерного использования концентратов. Использование высококачественных объемистых кормов позволяет снизить затраты на кормление, повысить рентабельность животноводческих предприятий и обеспечить получение экологически чистой и качественной продукции. Таким образом, совершенствование технологий заготовки и хранения объемистых кормов является одним из ключевых факторов повышения эффективности и конкурентоспособности отечественного животноводства. Это требует не только внедрения современных технологий, но и повышения квалификации специалистов, а также развития научных исследований в области кормопроизводства [19, 20].

Цель работы – установить различия в содержании питательных веществ и элементарном составе объемистых кормов, заготовленных в различных географических точках области, и оценить их кормовую ценность.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ питательной ценности заготовленных кормов;
- изучение протеиновой ценности кормов;
- анализ фракционного состава заготовленных кормов.

Материалы и методика исследований

Изучение растительных кормов осуществлялось в химико-аналитической лаборатории ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН (в рамках Государственного задания № FMGZ-2025-0016). В качестве объекта исследования выступали образцы заготовленных кормов в разных районах Вологодской области. Отбор проб кормов производился согласно стандарту ГОСТ ISO 6497-2014, регламентирующему методы отбора проб для оценки качества.

Химический состав определялся по следующим методикам:

- методика зоотехнического анализа согласно ГОСТ 31640-2012; содержание азота (белка) определялось на автоматическом анализаторе к 1160 (Hanon, Китай) согласно ГОСТ 32044.1-2012 (ISO 5983-1:2005);

- для определения сырой клетчатки применялся автоматический анализатор SONNEN F22 в соответствии с ГОСТ 31675-2012;

- уровень сырого жира определялся согласно ГОСТ 13496.15-2016;

- определение золы проводилось в соответствии с ГОСТ 32045-2012 (ISO 5985:2002).

Результаты лабораторных исследований кормов, заготовленных в 2024 году, сопоставлялись между собой, а также с требованиями ГОСТ Р 55986–2022 «Силос и силаж», ГОСТ Р 55452–2021 «Сено и сенаж». Анализ полученных данных проводился с использованием методов вариационной статистики в программной среде Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Для эффективного кормления животных крайне важно иметь представление о химическом составе используемых кормов. Сухое вещество выступает в качестве первичного индикатора питательности корма, поскольку оно аккумулирует все органические и минеральные компоненты.

В последние годы в области кормления животных произошло значительное усовершенствование методов оценки кормов. Ранее акцент делался на стандартные показатели, такие как содержание

сухого вещества, обменная энергия, уровень протеина и минералов. Однако современные исследования и практически наблюдения выявили необходимость в более детальном анализе кормов, что привело к внедрению новых показателей, отражающих не только количественные, но и качественные характеристики кормов, такие как, энергетическую ценность для молочной продуктивности (VEM (кормовые единицы для производства молока), NEL (чистая энергия на лактацию)), протеиновую ценность (DVE – протеин, усваиваемый в кишечнике), ОЕВ (баланс расщепляемого протеина), nXP (переваримый в тонком кишечнике протеин), UDP (нерасщепляемый транзитный протеин)), содержание и характеристики клетчатки (КДК – кислотнo-детергентная клетчатка), НДК (нейтрально-детергентная клетчатка), структурная ценность), ферментируемость органического вещества (FOS (ферментируемое органическое вещество)). Он позволяет оценить, насколько эффективно корм будет перевариваться и усваиваться в рубце, что, в свою очередь, влияет на общее состояние здоровья животных и их продуктивность.

В *таблице 1* представлен сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности сенажа, заготовленного в различных регионах области.

Таблица 1 – Сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности сенажа, заготовленного в различных регионах области.

Наименование показателя	Единицы измерения	Сенаж многолетних злаковых трав		
		Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ
Сухое вещество	г/кг СВ	460,2	431,6	407,2
Переваримое органическое вещество (VOS)	г/кг СВ	635,7	636,0	636,3
Ферментируемое органическое вещество (FOS)	г/кг СВ	467,9	470,1	573,8
Обменная энергия	МДж/кг СВ	8,93	8,79	8,77
Переваримый протеин	г/кг СВ	75,92	70,45	66,50
Чистая энергия лактации (NEL)	МДж/кг СВ	4,14	4,08	4,07

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Относительная ценность объемистого корма (RFV)		112,7	125,5	118,0
Кормовая единица молока (VEM)		600,9	591,5	590,1
Зола	%СВ	6,58	6,24	5,68
Сырой протеин	%СВ	12,20	11,60	11,20
Усвоенный протеин (пХР)	г/кг СВ	135,6	131,7	129,6
Баланс азота в рубце (RNB)	г/кг СВ	-2,19	-2,48	-2,81
Нестабильный белковый баланс (ОЕВ)	г/кг СВ	-3,13	-6,60	-9,41
Протеин, усвояемый в кишечнике (DVE)	г/кг СВ	59,29	61,59	63,75

Сенаж многолетних злаково-бобовых трав			Сенаж многолетних бобовых трав		
Грязовецкий муниципальный округ	Вологодский муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ	Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ
469,8	427,0	424,5	431,6	435,8	483,9
634,4	635,0	635,3	635,8	635,2	635,0
460,9	460,5	466,3	457,4	459,0	461,1
9,15	9,32	9,03	9,28	9,34	9,23
84,97	92,30	79,72	93,97	93,20	89,44
4,24	4,32	4,19	4,31	4,33	4,28
116,1	124,8	117,7	100,6	109,8	112,0
615,4	627,2	607,9	624,7	628,6	621,0
8,66	7,80	7,33	6,53	7,43	7,81
13,10	13,90	12,60	14,10	14,00	13,60
141,9	147,0	138,3	147,4	147,6	144,7
-1,69	-1,28	-2,00	-1,08	-1,23	-1,41
3,08	7,36	-0,74	8,74	8,08	5,61
57,95	61,22	61,84	60,62	60,43	56,98

Представлена таблица с результатами анализа сенажа, заготовленного в разных округах (Вологодский, Грязовецкий, Шекснинский) и из разных видов трав (многолетние злаковые, злаково-бобовые, бобовые). Содержание сухого вещества варьируется от 407,2 до 483,9 г/кг по видам трав. Самое высокое содержание сухого вещества наблюдается в сенаже из бобовых трав Шекснинского муниципального округа (483,9 г/кг). VOS (переваримость органического вещества) довольно стабилен во всех образцах, около 635 г/кг СВ. FOS (ферментируемое органическое вещество) имеет более заметные колебания (457,4–573,8 г/кг СВ), особенно выделяется высокое значение для злаковых трав Шекснинского муниципального округа.

Обменная энергия варьируется от 8,77 до 9,34 МДж/кг СВ. NEL (чистая энергия лактации) картина схожа с обменной энергией: сенаж из бобовых и злаково-бобовых имеет более высокую NEL от 4,19–4,33 МДж/кг, чем злаковый от 4,07 до 4,14 МДж/кг. Значения RFV (относительная кормовая ценность) превышают 100 во всех образцах, что свидетельствует о хорошем качестве корма.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности силлажа, заготовленного в различных регионах области.

Таблица 2 – Сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности силлажа, заготовленного в различных регионах области.

Наименование показателя	Единицы измерения	Силлаж многолетних бобовых трав		
		Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ
Сухое вещество	г/кг СВ	349,7	332,8	338,2
Переваримое органическое вещество (VOS)	г/кг СВ	694,9	695,0	695,1
Ферментируемое органическое вещество (FOS)	г/кг СВ	487,7	487,6	488,2
Обменная энергия	МДж/кг СВ	10,36	10,37	10,59
Переваримый протеин	г/кг СВ	99,80	101,0	100,0
Чистая энергия лактации (NEL)	МДж/кг СВ	4,81	4,81	4,91
Относительная ценность объемистого корма (RFV)		119,5	117,0	120,2

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Кормовая единица молока (VEM)		697,2	697,8	712,9
Зола	%СВ	7,25	7,07	6,89
Сырой протеин	%СВ	14,33	14,41	14,41
Усвоенный протеин (nXP)	г/кг СВ	173,6	174,1	175,8
Баланс азота в рубце (RNB)	г/кг СВ	-4,84	-4,81	-5,08
Нестабильный белковый баланс (OEB)	г/кг СВ	-22,9	-22,7	-22,8
Протеин, усвояемый в кишечнике (DVE)	г/кг СВ	74,14	75,41	75,06

Силаж многолетних злаковых трав			Силаж многолетних злаково-бобовых трав		
Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекнинский муниципальный округ	Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекнинский муниципальный округ
348,3	334,1	320,8	328,6	340,0	333,9
695,7	695,8	695,8	695,0	695,1	695,6
495,1	498,4	503,6	493,4	491,3	501,5
10,25	10,26	10,46	10,29	9,95	10,95
89,20	85,10	81,80	91,50	95,40	84,90
4,76	4,76	4,85	4,77	4,62	5,09
116,8	113,8	119,1	112,1	107,6	117,8
690,0	690,9	704,2	692,5	669,8	737,5
6,14	5,97	5,91	7,11	6,86	6,19
13,25	12,84	12,50	13,49	13,88	12,81
165,5	162,9	162,1	167,4	167,5	167,8
-5,28	-5,52	-5,93	-5,21	-4,59	-6,36
-27,9	-29,8	-31,7	-26,8	-25,1	-30,4
74,87	76,21	77,67	76,18	75,18	76,52

В ходе проведенного исследования качества силлажа, были изучены образцы, изготовленные из различных травяных смесей: многолетних злаков, злаково-бобовых сочетаний и чисто бобовых культур. Анализ показал, что содержание сухого вещества (СВ) в исследуемых образцах варьировалось в достаточно узком диапазоне – от 320,8 до 349,7 г/кг СВ. Это говорит о том, что процесс силосования проходил в целом корректно, обеспечивая достаточную консервацию корма. Содержание VOS колебалось в пределах 695,00 г/кг СВ, что находится в полном соответствии с нормами (680–720 г/кг СВ) [21]. В отличие от VOS, содержание неорганического сухого вещества (FOS) продемонстрировало заметные вариации (487,6–503,6 г/кг СВ). Наиболее высокое значение FOS было зафиксировано в образцах силлажа, изготовленного из злаковых трав (503,6 г/кг СВ).

Энергетическая ценность силлажа, выраженная в показателе обменной энергии (ОЭ), варьировала от 9,95 до 10,95 МДж/кг СВ. Силлаж, заготовленный из смешанных злаково-бобовых культур и чисто бобовых, продемонстрировал более высокую энергетическую ценность до 10,95 МДж/кг. Образцы, изготовленные из бобовых культур, показали значительно более высокое содержание СП (14,33–14,41%) по сравнению с образцами из злаков. Силос из злаково-бобовых культур занимал промежуточное положение (12,81–13,88%). Все полученные значения находятся в пределах допустимой нормы (10,00–15,00%), что подтверждает высокое качество протеина в исследуемых образцах. Это подтверждается также высокими показателями усвояемого в кишечнике протеина (пХР). Показатели чистой энергии лактации (NEL) и относительной кормовой ценности (RFV) также отражают более высокое качество силлажа, изготовленного из бобовых и злаково-бобовых культур. Важно отметить, что значение RFV во всех проанализированных образцах превышало 100, что однозначно свидетельствует о высоком качестве полученного корма и его пригодности для использования в животноводстве.

В *таблице 3* представлен сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности силоса, заготовленного в различных регионах области.

Таблица 3 – Сравнительный анализ химического состава и кормовой ценности силоса, заготовленного в различных регионах области

Наименование показателя	Единицы измерения	Силос многолетних бобовых трав			Силос многолетних злаковых трав		
		Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ	Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ
Сухое вещество	г/кг СВ	248,0	256,1	253,2	255,8	245,9	203,4
Переваримое органическое вещество (VOS)	г/кг СВ	695,2	694,8	694,9	694,4	695,2	695,9
Ферментируемое органическое вещество (FOS)	г/кг СВ	486,2	482,9	479,8	485,1	494,9	498,4
Обменная энергия	МДж/кг СВ	10,31	10,37	10,78	10,11	10,1	10,08
Переваримый протеин	г/кг СВ	109,0	106,8	114,6	103,5	92,4	95,7
Чистая энергия лактации (NEL)	МДж/кг СВ	4,79	4,81	5,01	4,69	4,72	4,68
Относительная ценность объемистого корма (RFV)		109,1	109,1	123,8	110,4	100,1	82,52
Кормовая единица молока (VEM)		693,9	698,3	725,8	680,3	684,5	678,5
Зола	%СВ	7,04	7,37	7,16	7,89	6,77	5,83
Сырой протеин	%СВ	15,28	15,06	15,85	14,72	13,59	13,91
Усвоенный протеин (nXP)	г/кг СВ	179,6	178,5	186,9	174,3	167,1	168,6
Баланс азота в рубце (RNB)	г/кг СВ	-4,28	-4,47	-4,55	-4,33	-5,01	-4,73
Нестабильный белковый баланс (OEB)	г/кг СВ	-21,1	-19,7	-16,5	-21,2	-26,6	-26,1
Протеин, усвояемый в кишечнике (DVE)	г/кг СВ	81,69	80,76	80,77	80,95	82,54	86,12

Силос многолетних злаково-бобовых трав			Силос из кукурузы		
Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ	Вологодский муниципальный округ	Грязовецкий муниципальный округ	Шекснинский муниципальный округ
238,5	242,4	251,3	286,2	285,2	329,7
694,5	694,7	694,8	598,2	597,2	597,4
473,4	481,7	484,6	463,2	433,2	434,2
10,57	10,60	10,68	11,20	10,82	10,98
119,4	111,0	108,0	64,95	68,39	64,20
4,91	4,92	4,96	5,20	5,02	5,10
108,9	100,4	108,2	142,2	131,2	144,7
711,7	713,6	718,9	754,2	728,2	739,3
7,84	7,46	7,35	4,34	4,64	4,28
16,33	15,48	15,17	8,02	8,45	7,81
188,6	183,1	181,6	137,0	136,3	134,0
-4,04	-4,52	-4,78	-9,10	-8,29	-8,95
-13,8	-18,0	-19,5	-45,4	-26,9	-29,9
81,29	81,72	81,31	69,74	68,06	64,59

Представленные данные таблицы отражают результаты анализа качества силоса, приготовленного из четырех видов трав: многолетних бобовых, многолетних злаковых, злаково-бобовых смесей и кукурузы.

Содержание сухого вещества в силосе из мн. бобовых трав варьировалось в пределах от 248 до 256 г/кг сухого вещества (СВ). Содержание VOS составило от 694,8 до 695,2 г/кг СВ, что соответствует норме (680–720 г/кг СВ) [21]. В то же время, содержание FOS (479,8–486,2 г/кг СВ) оказалось несколько ниже допустимой нормы (525–575 г/кг СВ) [21]. Содержание сырого протеина, являющегося важнейшим показателем для оценки качества корма, находилось в диапазоне от 15,06 до 15,85% СВ. Эти значения соответствуют норме (12,00–16,00% СВ) и свидетельствуют о высоком содержании белка, необходимого для роста и продуктивности животных. Показатели чистой энергии лактации (NEL) варьировались от 4,79 до 5,01 МДж/кг СВ.

Силос из многолетних злаковых трав показал несколько иную картину. Концентрация сухого вещества в этом виде силоса значительно варьировалась – от 203,4 до 255,8 г/кг СВ. Содержание сырого протеина, тем не менее, соответствовало I классу качества (13,59–14,72%), что говорит о достаточном содержании белка в данном виде корма. Показатели обменной энергии (10,1–10,11 МДж/кг СВ) и чистой энергии лактации (4,68–4,72 МДж/кг СВ) были достаточно близки во всех районах и немного уступали показателям силоса из бобовых трав.

Силос из многолетних злаково-бобовых трав характеризуется содержанием сухого вещества, соответствующим III классу качества (238,5–251,3 г/кг СВ). Показатели обменной энергии (10,57 МДж/кг) и чистой энергии лактации (4,91–4,96 МДж/кг) были близки во всех районах. Содержание сырого протеина колеблется от 15,17 до 16,33%.

Анализ качества кукурузного силоса, проведенный в Вологодской области, выявил значительные региональные различия в его питательной ценности, что напрямую влияет на эффективность его использования в животноводстве. Содержание сухого вещества изменяется от 285,2 до 329,7 г/кг, показатели VOS (органическое вещество) относительно стабильны для всех районов. Концентрация белка находится в диапазоне от 7,81 до 8,45%. Кукурузный силос выделяется высокими значениями RFV (относительная кормовая ценность) и VEM (энергетическая питательность). nXP, RNB, OEB, DVE: Данные показатели также варьируются в зависимости от вида силоса и района, что позволяет более детально оценить питательную ценность и потребность в дополнительных добавках при кормлении животных.

Уровень кислотности в заготовленных кормах колеблется в определенных пределах: в сенаже значения находятся в диапазоне от 4,11 до 5,04, в то время как в силосе этот показатель составляет от 4,03 до 4,41. В силосе кислотность изменяется от 3,84 до 4,57. Содержание масляной кислоты консервированных кормов демонстрирует определенную вариативность от 0,036 до 0,204% в сенаже, тогда как в силосе этот показатель колеблется от 0,013 до 0,143%. В силосе концентрация масляной кислоты варьируется от 0,02 до 0,278%. Содержание молочной кислоты показывает следующие диапазоны: 83,00–90,00% в сенаже, 73,00–89,00% в силосе и 56,00–85,00% в силосе.

СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В СЕНАЖЕ, %

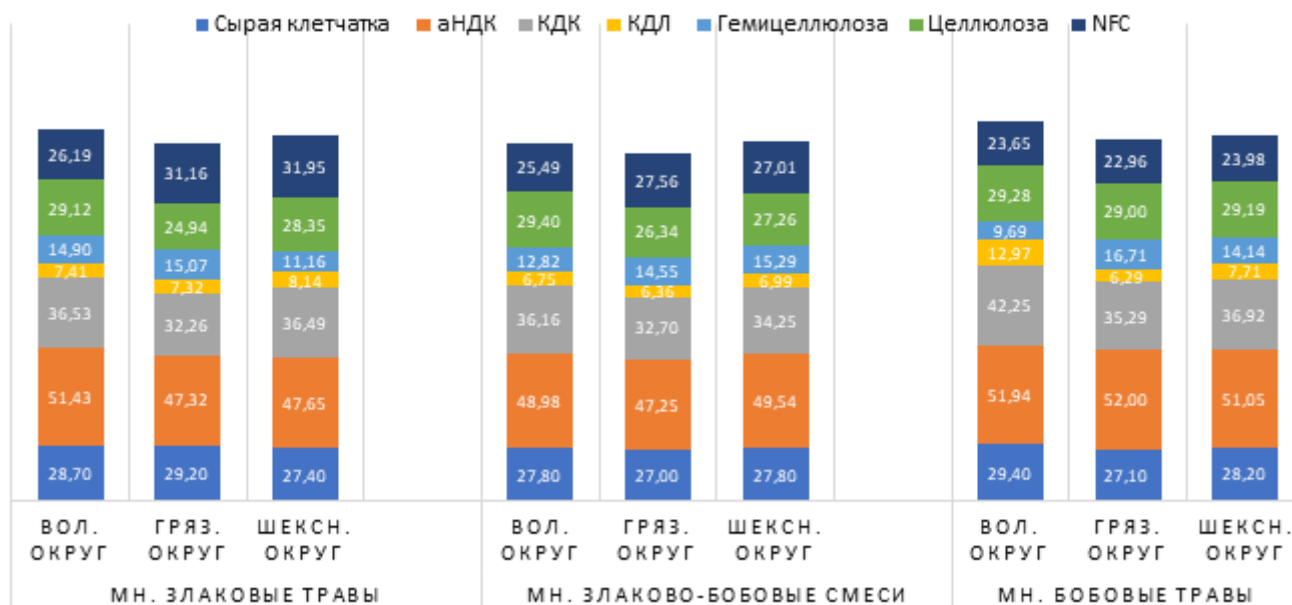


Рисунок 1– Содержание структурных углеводов в сенаже, заготовленном в различных регионах области

Исследование качества сенажа (рисунок 1), проведенное в Вологодской области, охватывающее три округа – Вологодский, Грязовецкий и Шекснинский, выявило существенные различия в его химическом составе в зависимости от типа используемых трав. Концентрация сырой клетчатки, являющейся важнейшим показателем для оценки энергетической ценности корма, колебалась в достаточно широких пределах. Сенаж из злаковых трав продемонстрировал содержание сырой клетчатки от 27,40 до 29,20%. Это указывает на достаточно высокую грубость корма, что может быть обусловлено как особенностями используемых злаковых культур. Несколько меньшее количество сырой клетчатки было обнаружено в сенаже из злаково-бобовых смесей (27,00–27,80%), что свидетельствует о более мягкой структуре корма благодаря добавлению бобовых растений. Сенаж, изготовленный исключительно из бобовых трав, показал содержание сырой клетчатки в диапазоне 27,10–29,40%, что сравнимо с показателями сенажа из злаковых трав. Более детальный анализ показал различия в содержании фракций клетчатки. Так, содержание нейтрально-детергентной клетчатки (аНДК), являющихся показателем общего количества клетчатки, в злаковых травах варьировало от 47,32 до 51,43%. Концентрация клетчатки, не растворимой в кислотах (КДК), которая отражает степень лигнификации клеточных стенок, составляла от 32,26 до 36,53%. Доля клетчатки, растворимой в кислотах (КДЛ), характеризующая легкодоступную для микроорганизмов часть

клетчатки, варьировала от 7,32 до 8,14%. В сенаже из злаково-бобовых трав наблюдались несколько меньшие значения аНДК (47,25–49,54%), КДК (32,70–36,16%) и КДЛ (6,36–6,99%). Интересно отметить, что сенаж из бобовых трав продемонстрировал наибольшее содержание аНДК (52,00–51,94%), причем концентрация КДК изменялась в более широком диапазоне (35,29–42,25%), а КДЛ колебалась от 6,29 до 12,97%. Полученные данные указывают на то, что тип используемых трав существенно влияет на химический состав сенажа, а следовательно, и на его питательную ценность.

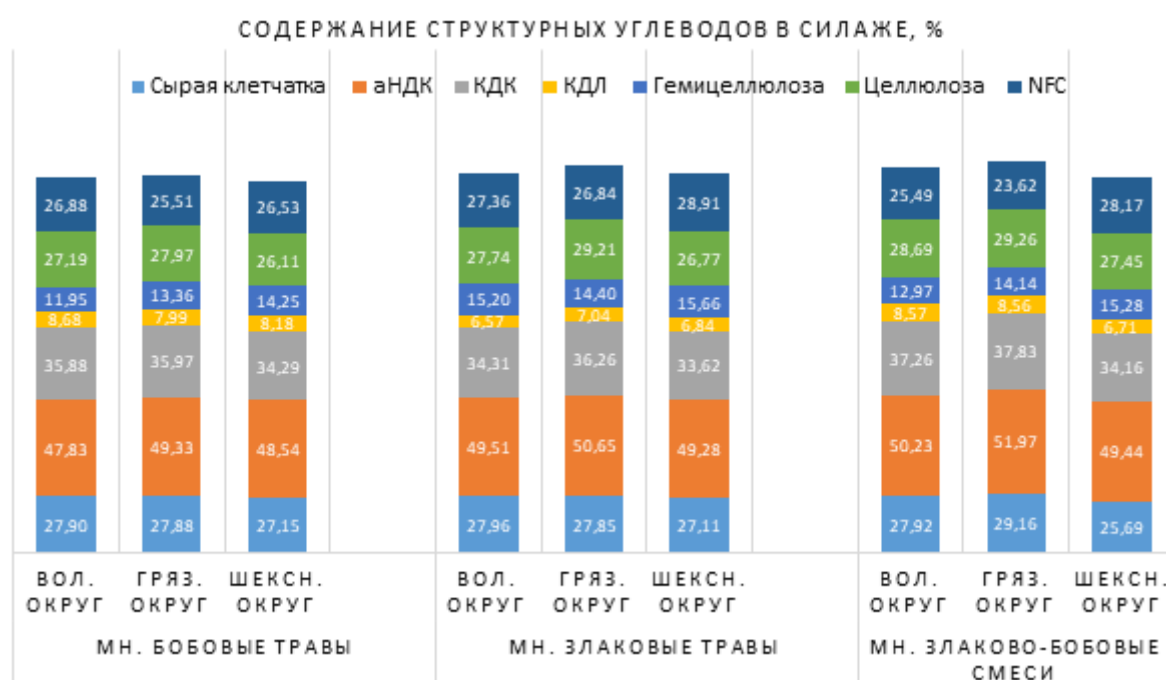


Рисунок 2 – Содержание структурных углеводов в силaje, заготовленном в различных регионах области

Проведенный анализ силaja (рисунок 2), заготовленного в Вологодской области, а именно в Вологодском, Грязовецком и Шекснинском округах, выявил существенные вариации в содержании основных компонентов, что напрямую связано с видовым составом исходного растительного сырья. Исследование охватило три основные группы трав: злаковые, бобовые и смешанные злаково-бобовые культуры. В силaje из злаковых трав содержание сырой клетчатки колебалось в относительно узком диапазоне – от 27,11 до 27,96%. Это говорит о сравнительной однородности данного вида сырья по данному показателю в исследуемых районах. Диапазон значений при анализе силaja из смешанных злаково-бобовых культур значительно расширился – от 25,69 до 29,16%, что свидетельствует о большей вариабельности состава смесей и, вероятно, о различном соотношении злаковых и бобовых компонентов в исходном сырье. Силаж, приготов-

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

ленный исключительно из бобовых трав, показал значения сырой клетчатки, близкие к злаковым – от 27,15 до 27,90%.

Определение нейтрально-детергентной клетчатки (аНДК), кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ) позволило получить более полную картину. В силосе из злаковых трав аНДК варьировалась от 49,28 до 50,65%, КДК – от 33,62 до 36,26%, а КДЛ – от 6,57 до 7,04%. Для злаково-бобовых смесей эти показатели составили: аНДК – 49,44–51,97%, КДК – 34,16–37,83%, КДЛ – 6,71–8,579%. Наконец, бобовые культуры показали следующие результаты: аНДК – 47,83–49,33%, КДК – 34,29–35,97%, КДЛ – 7,99–8,68%.

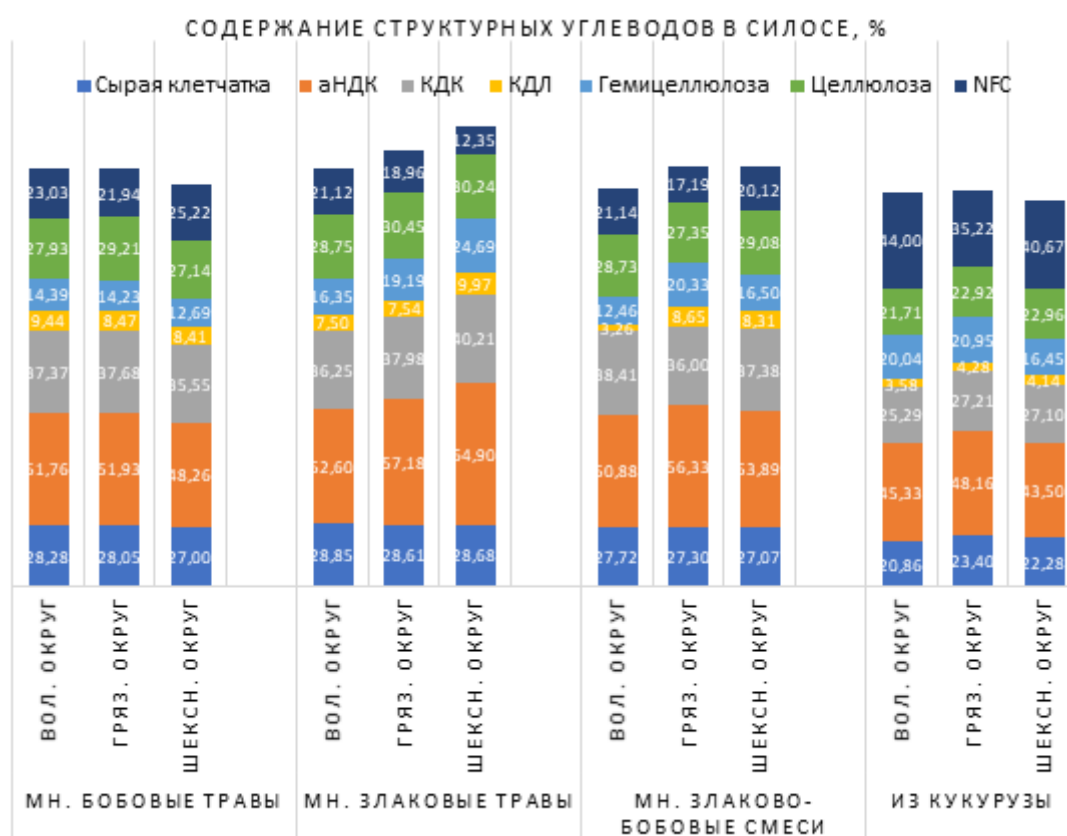


Рисунок 3 – Содержание структурных углеводов в силосе, заготовленном в различных регионах области

Результаты анализа содержания структурных углеводов в силосе (рисунок 3), заготовленном в различных регионах области, показали значительную вариативность. Для силоса из бобовых трав, выращенных в указанных районах Вологодской области, характерны следующие показатели: содержание сырой клетчатки колебалось в узком диапазоне – от 27,00 до 28,28%. Показатели нейтрально-детергентной клетчатки (аНДК), отражающей общее содержание клетчатки, были значительно выше – от 48,26 до 51,93%. Это указывает на высокое содержание как целлюлозы, так и гемицеллюлозы в данном типе силоса. Содержа-

ние кислотно-детергентной клетчатки (КДК), представляющей собой более жесткую, трудноперевариваемую фракцию клетчатки, составило от 35,55 до 37,68%.

Количество кислотно-детергентного лигнина (КДЛ), стойкого к разложению компонента клеточных стенок, варьировало от 8,41 до 9,44%. Гемицеллюлоза, более легкоусвояемая часть клетчатки, присутствовала в количестве от 12,69 до 14,39%. Содержание целлюлозы, основного компонента клеточных стенок растений, находилось в пределах от 27,14 до 29,21%.

Количество небелковых углеводов (NFC), представляющих собой легкодоступный источник энергии для животных, составило от 21,94 до 25,22%. Силос из злаковых трав демонстрирует несколько иную картину. Содержание сырой клетчатки здесь незначительно выше, чем в бобовом силосе – от 28,61 до 28,85%. Однако показатели аНДК значительно варьировались – от 52,60 до 64,90%, что свидетельствует о более широком диапазоне содержания различных фракций клетчатки. КДК составила от 36,25 до 40,21%, а КДЛ – от 7,50 до 9,97%. Обращает на себя внимание широкий диапазон колебаний содержания гемицеллюлозы – от 16,35 до 24,69%, что может быть связано с видовым составом злаковых трав и условиями их выращивания. Содержание целлюлозы колебалось от 28,75 до 30,45%, а NFC – от 12,35 до 21,12%, что значительно ниже, чем в бобовом силосе.

Силос, полученный из смеси злаковых и бобовых культур, показал промежуточные значения. Содержание сырой клетчатки составило от 27,07 до 27,72%; аНДК – от 50,88 до 56,33%; КДК – от 36,00 до 38,41%; КДЛ – от 3,26 до 8,65%; гемицеллюлозы – от 12,46 до 20,33%; целлюлозы – от 27,35 до 29,08%; NFC – от 17,19 до 21,14%. Наконец, кукурузный силос характеризовался наименьшим содержанием клетчатки (20,86–23,40%) и аНДК (43,50–48,16%), что объясняется особенностями строения кукурузного стебля. КДК составила от 25,29 до 27,21%, КДЛ – от 3,58 до 4,28%, гемицеллюлозы – от 16,45 до 20,95%, целлюлозы – от 21,71 до 22,96%. Зато кукурузный силос отличался наивысшим содержанием NFC – от 35,22 до 44,00%, что делает его высокоэнергетическим кормом.

Заключение

Проведенный анализ показал значительные вариации в питательной ценности и составе сенажа, напрямую связанные с видовым составом заготовленной травы и географическим расположением мест заготовки. Результаты исследования выявили явное превосходство сенажа из бобовых и злаково-бобовых культур над сенажом из злаковых трав по целому ряду ключевых показателей. Анализ качества силоса показал схожие тенденции, хотя и с некоторыми особенностями. Несмотря на

относительную стабильность содержания сухого вещества, показатели энергетической ценности, уровня сырого протеина и количества неорганического сухого вещества напрямую зависели от состава исходного сырья. Силос, изготовленный из бобовых и злаково-бобовых культур, снова продемонстрировал более высокие показатели, чем силос из злаковых.

Результаты анализа подчеркивают важность учета состава и происхождения сенажа и силоса при составлении рационов для скота. Использование бобовых и злаково-бобовых культур в заготовке сенажа и силоса позволяет повысить питательную ценность кормов. Необходимо учитывать колебания питательности кормов в зависимости от региона и типа используемого сырья, чтобы оптимизировать рационы и повысить продуктивность животноводства.

Литература:

1. Шарифьянов, Б.Г. Использование силосов бобово-злаковых травосмесей в рационах молодняка крупного рогатого скота / Б.Г. Шарифьянов, И.Ф. Юмагузин, А.А. Башаров // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 7 (184). – С. 157–162. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-157-162
2. Комиссарова, Т. Н. Особенности кормовой базы молочного скотоводства в условиях северной зоны Нижегородской области / Т.Н. Комиссарова, Д.А. Шастина, В.А. Малышева // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. – 2024. – № 2 (42). – С. 52-61.
3. Эффективность применения специализированной бактериальной закваски при приготовлении сенажа / Т.В. Куренинова, И.А. Пушкарев, В.А. Мартынов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 12 (242). – С. 48-55. – DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-48-55
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.
5. 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
6. Николаев, С.И. Эффективность использования в кормлении лактирующих коров силоса, заготовленного с биоконсервантом / С.И. Николаев, В.В. Ионов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2023. – № 6 (215). – С. 12–24. – DOI: 10.33920/sel-05-2306-02

7. Фоменко, П.А. Питательная ценность исходного сырья как основа доброкачественного корма / П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. № 1. – DOI: 10.15838/alt.2022.5.1.4
8. Обзор роботизированных систем кормления и портативных спектрометров для определения качества кормов / Д.А. Благоев, И.В. Миронова, С.В. Митрофанов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 1. – С. 25–29. – DOI: 10.33943/MMS.2021.71.30.005
9. Кислякова, Е.М. Влияние силоса, приготовленного с биологическими консервантами, на продуктивность коров / Е.М. Кислякова, Г.А. Хохряков // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 5 (190). – С. 28–40. – DOI: 10.33920/sel-05-2105-04
10. Морозков, Н.А. Качество объемистых кормов в Пермском крае и пути его повышения / Н.А. Морозков, Е.В. Суханова, Н.Е. Завьялова // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 4(32). – С. 59–69. – DOI: 10.47737/2307-2873_2020_32_59
11. Содержание NDF в объемистых кормах в ТОО «Победа» Павлодарской области Казахстана / К.К. Ахажанов, А.М. Садыккалиев, Н.Б. Бурамбаева [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 6. – С. 96–103. – DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202306012
12. Силосование различных сортов люцерны с использованием химических и биологических консервантов / В.Г. Косолапова, С.А. Муссие, С.А. Маляренко, Б.А. Осипян // Зоотехния. – 2022. – № 3. – С. 6–9. – DOI: 10.25708/ZT.2022.15.44.002
13. Симонов, Г.А. Качество и питательность силоса козлятника восточного в зависимости от влажности силосуемой массы / Г.А. Симонов, Б.Н. Старковский, А. Г. Симонов // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 3 (39). – С. 74–82.
14. Влияние биоконсерванта «Биоамид-3» на качество силоса из сорго / А.В. Ерохина, О.Б. Каменева, Ю. А. Калинин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 59–61. – DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp59-61
15. Павлова, С.А. Продуктивность и качество однолетних культур для заготовки сенажа в условиях Якутии / С.А. Павлова, Е.С. Пестерева, Г.Е. Захарова // Аграрная наука. – 2020. – № 5. – С. 69–71. – DOI: 10.32634/0869-8155-2020-338-5-69-71
16. Хозяйственно-биологические качества коров при включении в рацион сенажа, заготовленного с биоконсервантом «Лаксил» / Ю.Ю. Брагина, А.Р. Гайфуллина, И.С. Корчмарь, Х.Х. Тагиров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3 (71). – С. 36–39. – DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-36-39
17. 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

18. Фоменко, П.А. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2024 год : ежегодное справочное издание / П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева. – Вологда : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2025. – 36 с.

19. Выращивание суданской травы в одновидовом и смешанных посевах на зеленую массу в условиях Северо-Запада России / И.Л. Безгодова, В.В. Вахрушева, Е.Н. Прядильщикова, О.О. Чернышева // АгроЗооТехника. – 2024. – Т. 7. – № 1. – DOI: 10.15838/alt.2024.7.1.4

20. Прядильщикова, Е.Н. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на показатели продуктивности пастбищных агрофитоценозов / Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, О.О. Чернышева // АгроЗооТехника. – 2024. – Т. 7. – № 3. – DOI: 10.15838/alt.2024.7.3.2

21. *Table 2016: Chemical Compositions and Nutritional Values of Feeds*. Netherlands, Centraal Veevoederbureau Publ., 2016. 629 p. (In Dutch) – Text direct

References:

1. Sharifyanov B. G., Yumaguzin I. F., Basharov A. A. Use of silages of vetch-grass mixtures in the diets of young cattle. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2022, no. 7 (184), pp. 157-162. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.36718 / 1819-4036-2022-7-157-162. EDN GDTDTW

2. Komissarova T. N., Shastina D. A., Malysheva V. A. Features of the food supply for dairy cattle breeding under the conditions of the northern zone of the Nizhny Novgorod Region. *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agrotechnological University], 2024, no. 2(42), pp. 52-61. (In Russian) – Text electronic. EDN AIEUIF

3. Kureninova T. V., Pushkarev I. A., Martynov V. A., et al. Efficiency of using a specialized bacterial starter culture in the preparation of haylage silage. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2024, no. 12(242), pp. 48-55. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.53083/1996-4277-2024-242-12-48-55. EDN STBIEH

4. Gusarov I. V., Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. Nutritional value and quality indicators of succulent forages in the Vologda Region, taking into account the requirements of State Standard. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2020, no. 3(39), pp. 43-52. (In Russian) – Text electronic. EDN VRGXSB

5. Bikonya S. N., Brazhnik E. A., Laptev G. Yu., et al. Evaluation of the quality of feed prepared with a biopreservative. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2023, no. 1, pp. 27-30. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.33943/MMS.2023.84.50.006. EDN XBZHYK

6. Nikolaev S. I., Ionov V. V. Efficiency of using silage prepared with a biopreservative in feeding of lactating cows. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of Agricultural Animals and Feed Production], 2023, no. 6(215), pp. 12-24. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.33920/sel-05-2306-02. EDN MMXWIH

7. Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. Nutritional value of raw materials as the basis for high-quality feed. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2022, V. 5, no. 1. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2022.5.1.4. EDN EBYJLV

8. Blagov D. A., Mironova I. V., Mitrofanov S. V., et al. Review of robotic feeding systems and portable spectrometers for determining feed quality. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2021, no. 1, pp. 25-29. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.33943/MMS.2021.71.30.005. EDN BJFFSO

9. Kislyakova E. M., Khokhryakov G. A. The effect of silage prepared with biological preservatives on the productivity of cows. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of Agricultural Animals and Feed Production], 2021, no. 5(190), pp. 28-40. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.33920/sel-05-2105-04. EDN ARNXYC

10. Morozkov N. A., Sukhanova E. V., Zav`yalova N. E. The quality of bulk feed in the Perm Region and ways to improve it. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm Agrarian Bulletin], 2020, no. 4(32), pp. 59-69. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.47737/2307-2873_2020_32_59. EDN MRZPER

11. Akhazhanov K. K., Sadykkaliev A. M., Burambaeva N. B., et al. Content of NDF in bulk feeds at Pobeda LLP situated in the Pavlodar Region of Kazakhstan. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya* [Veterinary, Zootechnics and Biotechnology], 2023, no. 6, pp. 96-103. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202306012. EDN RABYWU

12. Kosolapova V. G., Mussie S. A., Malyarenko S. A., Osipyanyan B. A. Ensiling of different alfalfa varieties using chemical and biological preservatives. *Zootekhnika* [Animal Science], 2022, no. 3, pp. 6-9. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.25708/ZT.2022.15.44.002. EDN YNUWLS

13. Simonov G. A., Starkovskiy B. N., Simonov A. G. Quality and nutritional value of Eastern galega silage depending on the moisture content of the ensiled mass. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2020, no. 3(39), pp. 74-82. (In Russian) – Text electronic. EDN KXSQOH

14. Erokhina A. V., Kameneva O. B., Kalinin Yu. A., et al. The influence

of Bioamide-3 biopreservative on the quality of sorghum silage. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2020, no. 12, pp. 59-61. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.28983/asj.y2020i12pp59-61. EDN LTVVBJ

15. Pavlova S. A., Pestereva E. S., Zakharova G. E. Productivity and quality of annual crops for haylage in Yakutia. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2020, no. 5, pp. 69-71. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.32634/0869-8155-2020-338-5-69-71. EDN KZFBIK

16. Bragina Yu. Yu., Gayfullina A. R., Korchmar` I. S., Tagirov Kh. Kh. Economic and biological qualities of cows when including in the diet haylage prepared with Laxil biopreservative. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2024, no. 3(71), pp. 36-39. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.31563/1684-7628-2024-71-3-36-39. EDN IZJGYG

17. Bogatyreva E. V., Fomenko P. A., Tret` yakov E. A., Kulikova E. I. The content of fiber fractional composition and the nutritional value of green mass depending on the mowing time during plant fodder harvesting. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2024, no. 4 (72), pp. 60-67. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.31563 / 1684-7628-2024-72-4-60-67. EDN AHRGLE

18. Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. *Khimicheskiy sostav i pitatel`nost` kormov Vologodskoy oblasti za 2024 god: ezhegodnoe spravochnoe izdanie* [Chemical Composition and Nutritional Value of Forages in the Vologda Region for 2024: Annual Reference Publication]. Vologda, the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ., 2025. 36 p. (In Russian) – Text electronic. ISBN 978-5-93299-623-2. EDN NMZANJ

19. Bezgodova I. L., Vakhrusheva V. V., Pryadil`shchikova E. N., Chernysheva O. O. Sudan grass growing in single-species and mixed crops for green mass under the conditions of the North-West of Russia. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2024, V. 7, no. 1. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2024.7.1.4. EDN GSTFOG

20. Pryadil`shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Chernysheva O. O. The influence of mineral fertilizers and biopreparations on the productivity indicators of pasture agrophytocenoses / E. N. Pryadil`shchikova, V. V. Vakhrusheva, O. O. Chernysheva *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2024, V. 7, no. 3. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2024.7.3.2. EDN OHODHU

21. Blok M. C., Spek J. W. *CVB Feed Table 2016: Chemical Compositions and Nutritional Values of Feeds*. Netherlands, Centraal Veevoederbureau Publ., 2016. 629 p. (In Dutch) – Text direct

Analysis of Nutrients and Feed Value of Forages Harvested in the Regions of the Vologda District

Fomenko Polina Anatol`evna, a senior research worker

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Bogatyreva Elena Valer`evna, a senior research worker

e-mail: bogatyreva35@mail.ru

The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: bulky feeds, nutritional value, net energy for lactation, feed value.

Abstract. The research is devoted to the study of the quality of feeds harvested in the Vologda District. Laboratory data have been analyzed to get a complete overview of the nutritional value of feeds in the regions of the Vologda District. The main objective of zootechnical analysis was to establish the exact amount of nutrients (proteins, fats, and carbohydrates), minerals and biologically active agents in the samples under study. The aim of the study was to establish the differences in the nutrient content of bulk feeds harvested in different geographical locations of the district and to identify possible deviations in the feed value. The analyzed feeds showed significant variation in their main quality indicators. The protein content ranged from 7.81% to 16.33%, indicating significant differences in nutritional value. The fiber content also varied widely – from 20.86% to 29.40%. The energy value of the feeds, expressed as metabolic energy (ME), ranged from 8.77 to 11.20 MJ/kg. The net energy for lactation (NEL), an important indicator for feeds intended for lactating animals, ranged from 4.07 to 5.20 MJ/kg. Despite the differences in the content of major nutrients, all feed samples demonstrated high quality, as their relative feed value (RFV) in all cases exceeded 100%. This indicates that the feeds are well digestible and provide animals with the necessary nutrients.

Влияние азотсодержащей добавки на продуктивность и показатели крови высокопродуктивных коров

Шипиш Дарья Николаевна, аспирант
e-mail: dnmok-a@mail.ru

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

Бильков Валентин Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор
e-mail: vab1725@yandex.ru

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

Механикова Марина Вениаминовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой
e-mail: mehanikovamv@molochное.ru

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

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: молочная продуктивность, добавка, коровы, биохимия крови, обмен веществ.

Аннотация. Целью исследований являлось изучение влияния кормовой добавки «Оптиген» на молочную продуктивность и гематологические показатели новотельных коров голштинской породы. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях ООО «Зазеркалье» на 30 животных, разделенных на контрольную и опытную группы (по 15 голов). Опытная группа получала добавку в дозе 50 г/гол./сут. за 20 дней до отела и 100 г/гол./сут. после него. Результаты показали достоверное увеличение среднесуточного удоя в опытной группе на 3,5%, валового надоя базисного молока – на 16,1%, а также рост уровня гемоглобина (с 92,2 до 105,7 г/л) и общего белка в сыворотке крови (с 65,65 до 82,01 г/л). Добавка «Оптиген» способствует оптимизации азотистого обмена и улучшению продуктивности коров.

Введение

Современное молочное скотоводство сталкивается с необходимостью повышения продуктивности животных при сохранении их здоровья и репродуктивного потенциала. Одним из ключевых направлений в решении этой задачи является оптимизация азотного обмена в организме высокопродуктивных коров, что непосредственно связано с использованием азотсодержащих кормовых добавок [1, 2, 3]. Актуальность исследований в данной области обусловлена тем, что дисбаланс азота в рационах приводит не только к снижению молочной продуктивности, но и к нарушениям метаболизма, что подтверждается изменениями биохимических показателей крови [4, 5].

Высокопродуктивные коровы требуют повышенного количества протеина, однако традиционные источники белка не всегда обеспечивают оптимальное усвоение азота рубцовой микрофлорой. Современные добавки, такие как «Оптиген», лишены недостатков ранних аналогов и позволяют эффективно регулировать азотистый обмен даже у племенных животных [6, 7]. Их применение способствует увеличению синтеза микробного белка в рубце, улучшению переваримости клетчатки и снижению потерь аммиака [7, 8]. Кроме того, комбинирование азотсодержащих добавок с углеводами различной природы (крахмал, клетчатка) влияет на синтез витаминов группы В и стабильность рубцового метаболизма [9, 10].

Исследования последних лет демонстрируют, что введение нитратов в рацион позволяет снизить выбросы метана и повысить эффективность использования азота, однако их дозировка требует строгого контроля из-за риска токсичности [11]. При этом корректировка уровня расщепляемого и нерасщепляемого в рубце протеина (РДП и РНП) напрямую влияет на продуктивность: увеличение доли РДП снижает удой, но повышает концентрацию мочевины в молоке [12, 13, 14]. Эти данные подчеркивают необходимость индивидуального подхода к составлению

рационов с учетом физиологического состояния животных и технологии содержания [3, 4].

Важным аспектом является оценка влияния добавок на гематологические и биохимические параметры крови [15]. Так, применение адаптированных витаминно-минеральных комплексов нормализует уровень общего белка, щелочной фосфатазы и магния, что свидетельствует о восстановлении обменных процессов [16, 17, 18]. Аналогичные изменения наблюдаются при введении энергетических добавок, которые также улучшают азотистый баланс и повышают молочную продуктивность [19, 20].

Таким образом, изучение влияния азотсодержащих добавок на продуктивность и физиологический статус коров требует комплексного подхода, включающего анализ не только зоотехнических, но и биохимических показателей.

Цель исследования – изучить влияние азотсодержащей кормовой добавки на молочную продуктивность и гематологические показатели у новотельных коров.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

- сравнить удои, содержание жира и белка в молоке коров контрольной и опытной групп;
- оценить воздействие добавки на морфологический состав крови животных;
- исследовать биохимические параметры сыворотки крови у коров обеих групп.

Материалы и методы

Научно-производственный опыт проводился в период с февраля по июнь 2024 года на базе крупного племенного предприятия по разведению голштинской породы – ООО «Зазеркалье». В качестве объектов исследования были отобраны коровы голштинской породы, которые ещё в фазе сухостоя были распределены по методу пар-аналогов в контрольную и опытную группы. Сопоставление пар осуществлялось по возрасту, удою за завершённую лактацию (в среднем 9085 кг), живой массе (около 648 кг) и предполагаемой дате отёла (начиная с 20 февраля). Каждая группа включала по 15 голов новотельных коров. Для адаптации животных и обогащения рациона протеином азотсодержащую добавку начали вводить в корм опытной группы за 20 дней до отёла в количестве 50 г/гол./сут., а после отёла дозу увеличили до 100 г/гол./сут.

Все коровы содержались в одинаковых условиях при стандартной системе кормления и ухода. Основу рациона составляла полнорационная кормосмесь, соответствующая нормативам хозяйства. В период раздоя в состав кормосмеси входили: силос из многолетних злаково-

бобовых трав, зерновые компоненты (ячмень, пшеница, кукуруза), жмыхи (подсолнечный, рапсовый), углеводный сироп, энергетическая добавка «Танрем», свекловичный жом, кормовые дрожжи «РуменПро», белотин, премикс, функциональные добавки («Фарматан», «Фибраза»), минеральные компоненты (мел, магнийсодержащая буферная смесь, сорбент). Кормление соответствовало требованиям действующих детализированных норм по обеспечению потребностей высокопродуктивных коров.

В рамках эксперимента ежемесячно выполнялись контрольные дойки с последующим определением величины удоя и лабораторным анализом массовой доли жира и белка в молоке. В последний месяц эксперимента производился забор крови у пяти коров из каждой группы и проводился анализ биоматериала на морфологические и биохимические показатели. Общий и биохимический анализ крови выполнен в БУВВО «Вологодская облветлаборатория».

Результаты исследования

По результатам трех контрольных доек рассчитан средний суточный удой молока, а также валовой надой за весь период эксперимента. Для повышения достоверности сравнения показатели продуктивности были приведены к базисной жирности 3,4%. Полученные результаты представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Молочная продуктивность подопытных животных

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Количество коров	15	15
Продолжительность опыта	120	120
Среднесуточный удой молока, кг	37,1 ± 1,9	38,4 ± 1,7
% к контролю	100	103,5
Валовой надой за период опыта, кг	4521 ± 145	4682 ± 142
% к контролю	100	103,6
МДЖ, %	3,38 ± 0,11	3,79 ± 0,10
МДБ, %	3,26 ± 0,05	3,34 ± 0,05
Валовой надой базисного молока за период опыта, кг	4488 ± 104	5212 ± 98*
% к контролю	100	116,1

Среднесуточный удой молока базисной жирности, кг	36,8 ± 1,7	42,7 ± 1,5
Продукция молочного жира за период опыта, кг	151,6 ± 8,6	176,4 ± 8,3
Продукция молочного белка за период опыта, кг	147,4 ± 8,2	156,5 ± 7,9
* p > 0.999		

Анализ продуктивности коров показал, что у животных опытной группы наблюдались более высокие показатели по большинству исследуемых параметров. В опытной группе был зафиксирован среднесуточный удой 38,4 кг, что на 3,5% выше, чем в контрольной группе. Разница между группами по валовому надою за период опыта составила 161 кг.

Опытная группа превышала контрольную по массовой доле жира в молоке на 0,41%, а белка – на 0,08%.

Существенные различия зафиксированы и по валовому надою базисного молока, где прирост составил 16,1% (p > 0,999). По среднесуточному удою базисной жирности разница между группами была на уровне 5,9 кг.

Продукция молочного жира от опытной группы коров выше, чем в контрольной на 16,4%, а белка – на 6,2%.

Включение в рацион азотсодержащих препаратов заметно сказывается на общем состоянии высокопродуктивных молочных коров. Улучшение доступности белка благодаря таким добавкам способствует повышению энергетического уровня и улучшению обменных процессов. Это, в свою очередь, благоприятно влияет на внешний вид животных, их активность и общую продуктивность. Тем не менее, необходимо учитывать, что индивидуальная реакция животных на новые кормовые компоненты может различаться в зависимости от физиологических особенностей организма и параметров содержания [20].

В рамках исследования был выполнен анализ морфологических показателей крови подопытных животных (таблица 2). Полученные данные позволяют предположить, что кормовая добавка «Оптиген», поддерживая стабильный уровень азота в рубце, стимулирует синтез микробного белка. Это, в свою очередь, оказало значимое влияние на параметры окислительно-восстановительных процессов у высокопродуктивных коров.

Применение добавки «Оптиген» в опытной группе сопровождалось достоверным повышением: уровня гемоглобина в крови и количества эритроцитов. Данные изменения свидетельствуют об улучшении кислородтранспортной функции крови у животных опытной группы.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови у коров исследуемых групп

Показатели	Норма	Группа животных	
		контрольная	опытная
Гемоглобин, г/л	80–150	92,20 ± 0,72	105,70 ± 0,64
Эритроциты, млн./мм ³	5,0–7,5	5,05 ± 0,80	5,72 ± 0,11
Лейкоциты, тыс./мм ³	4,0–12,0	10,10 ± 0,93	8,17 ± 0,06
Базофилы, %	0–2	2,41 ± 0,16	1,03 ± 0,19
Эозинофилы, %	2–7	3,14 ± 0,27	6,82 ± 0,28
Юные нейтрофилы, %	0–1	2,41 ± 0,15	0,99 ± 0,01
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1–4	5,91 ± 0,34	4,02 ± 0,19
Сегментоядерные нейтрофилы, %	15–30	18,41 ± 1,41	30,15 ± 0,92
Лимфоциты, %	45–65	63,66 ± 2,52	54,65 ± 1,17
Моноциты, %	2–7	4,10 ± 0,33	2,37 ± 0,13

Проведённый анализ морфологических показателей крови коров, участвующих в эксперименте, показал значимые отличия между контрольной и опытной группами, что позволяет говорить о положительном воздействии кормовой добавки «Оптиген» на физиологическое состояние животных. В частности, уровень эритроцитов в крови коров из опытной группы составил 5,72 млн/мм³, превысив аналогичный показатель в контрольной группе на 0,67 млн/мм³ (5,05 млн/мм³). Эритроциты обеспечивают транспорт кислорода от органов дыхания к тканям и участвуют в поддержании кислотно-щелочного баланса. Повышенное содержание эритроцитов может указывать на активизацию кроветворных процессов и улучшение общего гематологического статуса, что, вероятно, связано с оптимизацией обмена веществ при использовании «Оптиген».

Количество лейкоцитов у животных опытной группы составило 8,17 тыс./мм³, что на 1,93 тыс./мм³ ниже, чем в контрольной группе (10,10 тыс./мм³). Поскольку лейкоциты играют ключевую роль в иммунной защите организма, их повышение часто связано с воспалительными или стрессовыми реакциями. Снижение их числа может свидетельствовать о снижении воспалительных процессов и укреплении иммунного статуса животных, что, вероятно, обусловлено стабилизацией метаболического фона за счёт регулируемого поступления азота в рубец при введении «Оптиген» в рацион. Это также может отражать снижение иммунного напряжения и нормализацию работы системы кроветворения.

Дополнительно зафиксировано значительное уменьшение доли базофилов – лейкоцитов, вовлечённых в механизмы воспаления и аллергических реакций. В опытной группе их содержание составило 1,03%, тогда как в контрольной достигало 2,41%. Базофилы участвуют в высвобождении гистамина и других медиаторов воспаления, поэтому снижение их уровня может указывать на ослабление сенсibilизации организма к раздражающим агентам и наличие положительного иммуномодулирующего действия кормовой добавки. Это также может косвенно подтверждать повышение синтеза гамма-глобулинов – белковых компонентов плазмы, играющих ключевую роль в гуморальном звене иммунной защиты.

Применение кормовой добавки сопровождалось повышением уровня эозинофилов до 6,83%, что статистически значительно превышает показатели контрольной группы. Данный факт свидетельствует о стабилизации метаболических процессов и отсутствии патологических воспалительных реакций в организме животных.

В ходе исследования также было отмечено, что использование добавки «Оптиген» приводило к достоверному снижению количества незрелых нейтрофильных форм (юных нейтрофилов и палочкоядерных клеток), а также к уменьшению относительного содержания этих клеточных элементов в лейкоцитарной формуле. Эти гематологические изменения указывают на благоприятное воздействие добавки на процессы кроветворения и общее физиологическое состояние животных. Содержание юных нейтрофилов в опытной группе животных составило 0,99%, а палочкоядерных – 4,02%. Уменьшение показателя содержания юных и палочкоядерных нейтрофилов в крови коров после скармливания кормовой добавки «Оптиген» указывают на нормализацию процесса гемопоэза.

Применение кормовой добавки «Оптиген» в рационе коров вызвало статистически значимое повышение уровня сегментоядерных нейтрофилов в крови. В опытной группе животных содержание сегментоядерных нейтрофилов достигло 30,15%, что на 11,74% превышало значения контрольной группы. Рост концентрации этих клеток свидетельствует об усилении иммунной защиты организма.

Параллельно было зафиксировано содержание моноцитов на уровне 2,37% и лимфоцитов – 54,65%, причем сниженные значения этих показателей подтверждают отсутствие воспалительных реакций. Сравнительный анализ показал достоверное увеличение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов на фоне уменьшения общего числа лейкоцитов и снижения относительного содержания базофилов, а также незрелых форм нейтрофилов (юных и палочкоядерных) в опытной группе.

Проведение биохимического исследования крови приобретает особую важность в практике животноводства, так как позволяет специалистам объективно оценивать физиологическое состояние поголовья и оперативно вносить необходимые коррективы в систему кормления (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели сыворотки крови коров исследуемых групп

Показатели	Норма	Группы животных	
		контрольная	опытная
Общий белок, г/л	65–85	65,65 ± 1,11	82,01 ± 0,55
Альбумины, %	35–45	41,34 ± 0,63	42,06 ± 0,27
Глобулины, %, в т.ч.:	55–65	58,66 ± 0,71	57,94 ± 0,37
Альфа-глобулины, %	0,6–0,9	31,87 ± 0,41	31,31 ± 0,49
Бета-глобулины, %	~25–35	31,69 ± 0,45	29,08 ± 0,45
Гамма-глобулины, %	~25–35	36,45 ± 0,28	39,71 ± 0,14
АлТ ед/л	~30–45	44,16 ± 2,10	52,18 ± 2,09
АсТ ед/л	10–40 (до 50)	74,23 ± 1,85	84,16 ± 1,76
Общий кальций, ммоль/л	50–80 (до 100)	2,36 ± 0,03	2,48 ± 0,04
Неорганический фосфор, ммоль/л	2,1–2,6	1,55 ± 0,04	1,78 ± 0,04
Щелочной резерв об.% CO ₂	1,4–2,4	43,72 ± 0,11	48,52 ± 0,17
Сахар, мг/%	~1,5:1–2:1	47,68 ± 4,51	51,46 ± 1,34

Биохимический анализ сыворотки крови выявил существенные различия между группами животных. У коров, получавших кормовую добавку «Оптиген», концентрация общего белка оказалась на 16,36 г/л выше по сравнению с контрольной группой. Что касается минерального обмена, в опытной группе зафиксировано содержание кальция 2,48 ммоль/л и неорганического фосфора 1,78 ммоль/л, что на 0,12 и 0,23 ммоль/л соответственно ниже контрольных показателей.

Особого внимания заслуживает щелочной резерв: у животных опытной группы он составил 43,72 об.% CO₂, превышая значение контрольной группы на 4,8 об.% CO₂. Такие параметры кислотно-щелочного баланса свидетельствуют о его стабильности и отсутствии нарушений у коров, получавших добавку «Оптиген». Полученные данные демонстрируют выраженное влияние кормовой добавки на белковый и минеральный обмен, а также на поддержание физиологического гомеостаза у животных.

Биохимические исследования выявили значимые различия в угле-

водном и белковом обмене между группами животных. У коров опытной группы зарегистрирована более высокая концентрация сахара в крови – 51,46 мг%, что наглядно демонстрирует благотворное влияние добавки «Оптиген» на метаболические процессы.

Особенно показательными оказались результаты по белковому обмену: у лактирующих животных опытной группы уровень общего белка в сыворотке крови достиг 82,01 г/л, что на 16,36 г/л превышает контрольные значения. Полученные данные свидетельствуют о выраженном стимулирующем действии кормовой добавки «Оптиген» на синтез белковых соединений у высокопродуктивных коров в период максимальной лактационной нагрузки. Статистически достоверное увеличение содержания общего белка подтверждает эффективность применения данной добавки для оптимизации белкового обмена у лактирующих животных.

Биохимический анализ белкового состава сыворотки крови выявил следующие изменения: в контрольной группе уровень альбуминов составил 41,34%, что на 0,72% ниже показателей опытных животных. В группе, получавшей добавку «Оптиген», зафиксировано содержание глобулинов на уровне 57,94%. При этом концентрация альфа-глобулинов у этих животных оказалась на 0,56% ниже контрольных значений. Особенно показательным стало увеличение фракции гамма-глобулинов на 3,26% по сравнению с контрольной группой, сопровождавшееся достоверным снижением бета-глобулинов. Такая динамика белковых фракций свидетельствует о значительном усилении иммунного статуса организма коров при включении в рацион кормовой добавки «Оптиген», что проявляется в активизации гуморального звена иммунной защиты. Полученные данные убедительно демонстрируют положительное влияние исследуемой добавки на иммунобиологическую реактивность животных.

Метаболические процессы в организме представляют собой сложный комплекс биохимических реакций, регулируемых ферментными системами. Особую роль в этих процессах играют трансферазы – класс ферментов, ответственных за катализ реакций переноса функциональных групп и внутримолекулярного гидролиза. Исследования показали, что включение кормовой добавки «Оптиген» в рацион лактирующих коров приводит к активации ферментативной активности. В опытной группе зафиксировано статистически значимое повышение уровня ключевых ферментов – аланинаминотрансферазы (52,18 ед/л) и аспаратаминотрансферазы (84,16 ед/л), что существенно превышает показатели контрольной группы. Данные изменения свидетельствуют об интенсификации метаболических процессов у животных, получавших добавку, и подтверждают ее стимулирующее действие на фермента-

тивные системы организма в период максимальной лактационной нагрузки.

Добавление кормовой добавки «Оптиген» в рацион новотельных коров оказало комплексное положительное влияние на физиологическое состояние животных. Наблюдаемое повышение уровня общего белка и глобулиновых фракций в сыворотке крови свидетельствует об улучшении азотного обмена и повышении доступности азотистых соединений. Улучшение кислородтранспортной функции (гемоглобин, эритроциты) и минерального обмена (Ca, P) создало предпосылки для повышения молочной продуктивности. Снижение доли незрелых форм лейкоцитов коррелирует с уменьшением метаболического стресса в ранний период лактации. Полученные данные согласуются с исследованиями, демонстрирующими эффективность азотных добавок в балансировании рационов высокопродуктивных коров.

Выводы

Включение кормовой добавки «Оптиген» в рацион животных приводит к существенному улучшению гематологических показателей, что проявляется в достоверном увеличении количества эритроцитов (на 0,67 млн/мм³), повышении уровня сегментоядерных нейтрофилов (на 11,74%), гемоглобина (на 13,5 г/л), общего белка (на 16,36%), щелочного резерва (на 4,8%) и гамма-глобулинов (на 3,26%) в сыворотке крови, а также нормализации уровня кальция и фосфора по сравнению с контрольной группой.

Применение добавки «Оптиген» в дозировке 100 г на голову в сутки в рационах новотельных коров голштинской породы способствует росту молочной продуктивности на 3,5–16,1%, обеспечивая при этом оптимизацию белкового и минерального обмена и улучшение основных показателей крови. Полученные результаты свидетельствуют о комплексном положительном влиянии данной кормовой добавки на физиологическое состояние и продуктивные качества высокопродуктивных молочных коров. Рекомендуется внедрение добавки в системы кормления хозяйств с продуктивностью свыше 10 000 кг молока за лактацию.

Литература:

1. Роженцов, А.Л. Включение азотсодержащей кормовой добавки «Оптиген» в рационы высокопродуктивных коров / А.Л. Роженцов // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. Том Часть 1. Брянск, 15–16 апреля 2021 года.

– 2021. – С. 285–290.

2. Григорьев, Н.П. Роль протеиновых добавок в профилактике метаболических нарушений у новотельных коров / Н.П. Григорьев, Л.К. Федорова // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 8 (215). – С. 12-19.

3. Ефимов, Ф.Ф. Включение синтетической мочевины в рационы для дойных коров / Ф.Ф. Ефимов, В.Б. Печкурова // Животноводство России. – 2022. – № 11. – С. 59–60. DOI: 10.25701/ZZR.2022.09.09.004.

4. Шкуратова, И.А., Влияние адаптированной витаминно-минеральной добавки на молочную продуктивность и воспроизводительную функцию коров / И.А. Шкуратова, А.И. Белоусов, О.В. Соколова // Ветеринария Кубани. – 2009. – № 6. – С. 7–12.

5. Gehman A.M., Bertrand J.A., Jenkins T.C., Pinkerton B.W. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89(7), pp. 2659–2667. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72342-6.

6. Beaudet V., Gervais R., Graulet B. Effects of dietary nitrogen levels and carbohydrate sources on apparent ruminal synthesis of B-vitamins. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99(8), pp. 6016–6026. DOI: 10.3168/jds.2016-11062.

7. Лаврентьев, А.Ю. Новая система оценки питательности кормов и потребность в кормах для коров / А.Ю. Лаврентьев, Н.В. Данилова, В.С. Шерне // Вестник Чувашского ГАУ. – 2022. – № 4. – С. 39–40.

8. Alltech. Оптимизация азотного обмена у жвачных животных: применение Оптигена в кормлении. – Технический отчет, 2023. – 15 с.

9. Mulligan F.J., Dillon P., Callan J.J., Rath M., O'Mara F.P. Supplementary Concentrate Type Affects Nitrogen Excretion of Grazing Cows. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89(7), pp. 2659–2667. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72342-6.

10. Кислякова, Е.М. Интенсификация производства молока на основе прогрессивных приемов кормления коров / Е.М. Кислякова. – Ижевск, 2019. – 320 с.

11. Wang W., Lund P., Larsen M., Weisbjerg M.R. Effect of nitrate supplementation, dietary protein supply, and genetic yield index on performance, methane emission, and nitrogen efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2023, vol. 106(8), pp. 5433–5451. DOI: 10.3168/jds.2022-22906

12. Миколайчик, И.Н. Современные подходы к балансированию рационов высокопродуктивных коров / И.Н. Миколайчик // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 5. – С. 34–39.

13. Шурыгина, А. Применение кормовой мочевины в рационе животных / А. Шурыгина // Животноводство России. – 2012. – № 12. – С. 55.

14. Петров, С.И. Современные подходы к балансированию рационов молочного скота / С.И. Петров. – М.: Агропромиздат, 2019. – 224 с.
15. Смирнова, Ю.М. Изменение морфологических и биохимических показателей крови при включении в рацион коров пробиотика «Румит-V» / Ю.М. Смирнова // АПК России. – 2023. – Т. 30. – № 5. – С. 717–722. – DOI: 10.55934/2587-8824-2023-30-5-717-722
16. Mandebvu P. Effect of dietary carbohydrate source on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 2003, vol. 81(11), pp. 2751–2759. (In English) - Text direct
17. Морозов, В.А. Продуктивные качества и биологические особенности коров черно-пестрой породы при использовании энергетических добавок: дис. ... канд. с.-х. наук / В.А. Морозов. – 2021. – 136 с.
18. Кузнецова, О.В. Биохимические и морфологические показатели крови как индикаторы здоровья коров / О.В. Кузнецова, В.Г. Семенов // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 5. – С. 28–33.
19. Шарвадзе, Р.Л. Влияние энергетических добавок на рубцовый метаболизм у коров / Р.Л. Шарвадзе // Зоотехния. – 2019. – № 12. – С. 18–22.
20. Иванов, А.А. Метаболическая адаптация высокопродуктивных коров в переходный период / А.А. Иванов, В.М. Петрова // Вестник животноводства. – 2021. – № 4. – С. 45-52.

References:

1. Rozhentsov A.L. Introduction of the nitrogen-containing *Optigen* feed additive into diets of highly productive cows. *Innovatsii v otrasli zhivotnovodstva i veterinarii* [Innovations in the Livestock and Veterinary Industries]: International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 80th Anniversary of the Birth and 55th Anniversary of the Work of Leonid Nikiforovich Gamko, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Scientist of the Bryansk Region, Honorary Professor of Bryansk State Agrarian University, Doctor of Agricultural Sciences. Volume Part 1. Bryansk, April 15–16, 2021, 2021, pp. 285-290. (In Russian) - Text direct
2. Grigor'ev N.P., Fedorova L.K. The role of protein supplements in prevention of metabolic disorders in fresh cows. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2022, no. 8 (215), pp. 12-19. (In Russian) - Text direct
3. Efimov F.F., Pechkurova V.B. Introduction of synthetic urea into diets of dairy cows. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2022, iss. 11, pp. 59-60. DOI: 10.25701/ZZR.2022.09.09.004. (In Russian) - Text direct

4. Shkuratova I.A., Belousov A.I., Sokolova O.V. Effect of adapted vitamin and mineral supplement on milk productivity and reproductive function of cows. *Veterinariya Kubani* [Veterinary Science of Kuban], 2009, no. 6, pp. 7-12. (In Russian) - Text direct

5. Gehman A.M., Bertrand J.A., Jenkins T.C., Pinkerton B.W. The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89(7), pp. 2659–2667. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72342-6. (In English) - Text direct

6. Beaudet V., Gervais R., Graulet B. Effects of dietary nitrogen levels and carbohydrate sources on apparent ruminal synthesis of B-vitamins. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99(8), pp. 6016–6026. DOI: 10.3168/jds.2016-11062. (In English) - Text direct

7. Lavrent'ev A. Yu., Danilova N.V., Sherne V.S. New system for assessing the nutritional feed value and the need for feeds in cows. *Vestnik Chuvashskogo GAU* [Bulletin of the Chuvash State Agricultural University], 2022, no. 4, pp. 39-40. (In Russian) - Text direct

8. Alltech. *Optimizatsiya azotnogo obmena u zhvachnykh zhivotnykh: primeneniye Optigena v kormlenii. Tekhnicheskiy otchet* [Alltech. Optimization of nitrogen metabolism in ruminants: use of Optigen in feeding. Technical report], 2023. 15 p. - Text direct

9. Mulligan F.J., Dillon P., Callan J.J., Rath M., O'Mara F.P. Supplementary Concentrate Type Affects Nitrogen Excretion of Grazing Cows. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89(7), pp. 2659–2667. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72342-6. (In English) - Text direct

10. Kislyakova E.M. *Intensifikatsiya proizvodstva moloka na osnove progressivnykh priemov kormleniya korov* [Intensification of milk production based on progressive methods of feeding cows]. Izhevsk, 2019. 320 p. - Text direct

11. Wang W., Lund P., Larsen M., Weisbjerg M.R. Effect of nitrate supplementation, dietary protein supply, and genetic yield index on performance, methane emission, and nitrogen efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2023, vol. 106(8), pp. 5433–5451. DOI: 10.3168/jds.2022-22906 (In English) - Text direct

12. Mikolaychik I.N. Modern approaches to balanced rations of highly productive cows. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 2020, no. 5, pp. 34-39. (In Russian) - Text direct

13. Shurygina A. Use of feed urea in the diet of animals. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2012, iss. 12, pp. 55. (In Russian) - Text direct

14. Petrov S.I. *Sovremennyye podkhody k balansirovaniyu ratsionov molochnogo skota* [Modern approaches to balanced rations of dairy cattle]. Moscow, Agropromizdat Publ., 2019. 224 p. - Text direct

15. Smirnova Yu.M. Changes in morphological and biochemical parameters of blood after introducing the *Rumit-V* probiotic into the diet of cows. *APK Rossii* [Agro-Industrial Complex of Russia], 2023, vol. 30, no. 5, pp. 717–722. – DOI: 10.55934/2587-8824-2023-30-5-717-722. (In Russian) - Text direct

16. Mandebvu P. Effect of dietary carbohydrate source on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 2003, vol. 81(11), pp. 2751–2759. (In English) - Text direct

17. Morozov V.A. *Produktivnye kachestva i biologicheskie osobennosti korov cherno-pestroy porody pri ispol'zovanii energeticheskikh dobavok. Kand. Diss.* [Productive qualities and biological characteristics of black-and-white cows effected with energy additive introduction. Cand. Dis.]. 2021. 136 p. - Text direct

18. Kuznetsova O.V., Semenov V.G. Biochemical and morphological parameters of blood as indicators of cow health. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2020, no. 5, pp. 28-33. (In Russian) - Text direct

19. Sharvadze R.L. Effect of energy additives on rumen metabolism in cows. *Zootekhnika* [Animal Science], 2019, no. 12, pp. 18-22. (In Russian) - Text direct

20. Ivanov A.A., Petrova V.M. Metabolic adaptation of highly productive cows during the transition period. *Vestnik zhivotnovodstva* [Bulletin of Animal Science], 2021, no. 4, pp. 45-52. (In Russian) - Text direct

Effect of the nitrogen-containing additive on productivity and blood parameters of highly productive cows

Shipish Dar'ya Nikolaevna, postgraduate student

e-mail: dnmok-a@mail.ru

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

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

e-mail: vab1725@yandex.ru

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

Mekhanikova Marina Veniaminovna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Head of Department

e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru

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

Tret'yakov Evgeniy Aleksandrovich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, leading researcher

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

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

Keywords: milk productivity, additive, cows, blood biochemistry, metabolism.

Abstract. The aim of the research is to study the effect of the Optigen feed additive on milk productivity and hematological parameters of freshly calved Holstein cows. The scientific and economic experiment has been carried out at LLC Zazerkal'e on 30 animals divided into the control and experimental groups (15 cows each). The experimental group has been given the additive at a dose of 50 g / head / day 20 days before calving and 100 g / head / day after calving. The research results have shown a reliable increase in the average daily milk yield in the experimental group by 3.5%, gross yield of basic milk - by 16.1%, as well as an increase in the hemoglobin level (92.2 - 105.7 g / l) and total protein in the blood serum (65.65 to 82.01 g / l). The Optigen feed additive helps to optimize nitrogen metabolism and to improve the productivity of cows.

Исследование процесса сквашивания молочной основы с повышенным содержанием белка в присутствии дигидрокверцетина

Боброва Анна Владиславовна, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: anna.chekaleva@mail.ru

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

Шибарева Альбина Дмитриевна, ассистент
e-mail: al.shockotova2015@yandex.ru

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

Абабкова Анна Александровна, кандидат технических наук,
инженер-химик

e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Акционерное общество «учебно-опытный молочный завод» вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина»

Ключевые слова: пахта, фракционирование, белковый концентрат, дигидрокверцетин, сквашивание, кисломолочный продукт.

Аннотация. Экспериментальные работы выполнялись на территории Вологодской области. В качестве объектов были использованы: молочная основа с массовой долей белка 5%, обогащенная дигидрокверцетином и заквашенная микроорганизмами *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus*. Основа содержала пахту и белковый концентрат, полученный путем фракционирования пахты яблочным пектином. Изменяемым параметром служила доза дигидрокверцетина. Целью работы являлось изучение процесса сквашивания молочной основы, содержащей пахту и белковый концентрат, полученный путем фракционирования пахты полисахаридом

(далее – молочная основа) в присутствии дигидрохверцетина. Для этого перед пастеризацией в образцы с молочной основой вносили порошок функционального ингредиента в разных количествах: 7,5 мг дигидрохверцетина на 100 г продукта; 12,5 мг – на 100 г продукта; 25,0 мг – на 100 г продукта. Один образец служил контрольным без добавления дигидрохверцетина. После охлаждения молочной основы до температуры заквашивания вносили закваску на основе *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus* в количестве 5% от массы смеси, далее изучали процесс сквашивания. В процессе исследования не было выявлено заметных отличий в скорости нарастания титруемой кислотности и снижения активной кислотности между контрольным и опытными образцами. Определение удельной электропроводимости во время сквашивания образцов показало, что в первый час сквашивания удельная электропроводимость поднималась достаточно медленно на (0,08–0,36) мСм/см, на третий час резко возросла на (1,25–1,35) мСм/см и увеличивалась до окончания сквашивания. Результаты определения удельной электропроводимости соответствуют фазам размножения молочнокислых микроорганизмов, что позволяет использовать данный показатель для косвенного определения их развития. Исследование количества молочнокислых бактерий в смеси после внесения закваски и в готовом продукте показало, что дигидрохверцетин не оказывает влияния на развитие ацидофильной палочки и термофильного стрептококка. Определение синергетической способности сгустков выявило зависимость от содержания дигидрохверцетина. Объем выделившейся сыворотки находился на низком уровне и составил 1,2–2,8%. Видимое возрастание влагоудерживающей способности сгустков по мере увеличения дигидрохверцетина в молочной основе может быть связано с образованием связей между компонентами пахты и дигидрохверцетином.

Введение

Комплексная переработка всех составляющих молока, включая пахту, является важным аспектом развития пищевой промышленности. Это не только позволяет эффективно использовать ресурсы, но и обеспечивает устойчивое развитие отрасли в целом. Внедрение современных технологий обработки и создание замкнутых циклов производства помогают оптимизировать процессы переработки вторичного молочного сырья и повысить конкурентоспособность молочных предприятий.

Основным подходом переработки молочного сырья выступает его разделение на фракции. Такой способ применяется в производстве творога и сыров уже сотни лет. Современные технологии предлагают самый прогрессивный метод разделения молочных компонентов – мембранную обработку. Предложенная А.Г. Храмцовым методика предпо-

лагает фракционирование обезжиренного молока натуральным полисахаридом – пектином [1].

Комплексообразующая способность пектина обуславливает возможность его применения в технологическом процессе концентрирования белков молока.

Применение фракционирования молочного сырья с помощью полисахаридов позволяет осуществлять технологические процессы даже при небольшом объеме производства, используя стандартное оборудование, исключая необходимость модернизации молочного предприятия. Большинство экспериментов авторов методики проводились именно с обезжиренным молоком. Однако недостаточно исследованы механизмы выделения белков из молочных продуктов путём введения пектина в пахту. Несмотря на низкую энергетическую ценность и содержание жиров, пахта богата биологически активными компонентами, среди которых особо значимы фосфолипиды, играющие ключевую роль в снижении уровня холестерина в крови и поддержании нормального холестерина обмена [1, 2, 3]. С точки зрения промышленной переработки пахты, физико-химические свойства фосфолипидов этого сырья, а именно их амфифильность, фосфоэфирные связи могут оказать специфическое влияние на протекание технологических процессов.

В связи с этим комплексные исследования, включающие различные аспекты фракционирования пахты и переработки белкового концентрата, представляют научный и практический интерес. При этом важно уделить внимание оптимизации технологических параметров. В данной работе предметами исследования служили процессы фракционирования пахты и сквашивания смеси белкового концентрата и пахты.

В качестве заквасочной микрофлоры для проектируемого кисломолочного продукта выбран термофильный стрептококк и ацидофильная палочка.

Lactobacillus acidophilus является одним из наиболее известных пробиотиков, эффективность которого научно обоснована. Исследования положительного влияния ацидофильной палочки на здоровье человека проводятся длительное время, регулярно выявляя дополнительные подтверждения ее пользы для пищеварения и иных функций организма [4, 5].

Для обогащения природными антиоксидантами использовали дигидрокверцетин (ДКВ). Дигидрокверцетин относится к пищевым добавкам, не оказывающим вредного воздействия на здоровье человека. Требования к качеству ДКВ определены в ГОСТ 33504-2015 «Добавки пищевые. Дигидрокверцетин. Технические условия».

Данная добавка является перспективным объектом использования

в промышленности, в том числе молочной отрасли.

Известны технологии, где ДКВ используется в качестве функционального ингредиента и вносится в продукт в количестве, которое обеспечивает содержание питательных веществ не ниже 15% от рекомендуемого суточного потребления на одну порцию [6], а для продуктов с повышенной массовой долей жира, таких как сметана, сухие и сгущенные консервы, использование ДКВ показало увеличение сроков годности до 45 суток [7].

Методы исследования

При проведении эксперимента была использована пахта, соответствующая стандарту ГОСТ 34354-2017, полученная при производстве крестьянского масла на линии преобразования высокожирных сливок.

Разделение пахты на две фракции осуществлялось посредством высокоэтерифицированного яблочного пектина, соответствующего требованиям ГОСТ 29186-91.

Для заквашивания использовали бактериальные концентраты отечественного производителя (ФГУП «Экспериментальная биофабрика», г. Углич): *Lactocobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus*.

В качестве функционального ингредиента применяли антиоксидант дигидрокверцетин марки «Лавитол» (производитель АО «Аметис») в соответствии с ГОСТ 33504-2015.

Физико-химические показатели продуктов разделения определяли с использованием инфракрасного анализатора МРА Bruker, температуру – термометрическим методом по ГОСТ 26754-85, удельную электропроводимость – с использованием кондуктометра Эксперт, титруемую кислотность – индикаторным методом по ГОСТ Р 54669-2011, активную кислотность – потенциометрическим методом на приборе РН-150МИ по ГОСТ 32892-2014. Количественное определение молочнокислых микроорганизмов проводили методом посева на стерильное молоко и на среду КМАФАнМ согласно стандартам ГОСТ 33951-2016 и методическим рекомендациям МР 2.3.2.2327-08.

Синерезис сгустка оценивали по количеству отделяемой сыворотки при центрифугировании образца в течение 10 минут при температуре 20 °С и скорости вращения 1000 об/мин.

Для органолептической оценки готового продукта использовали профильный метод по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011.

При проведении профильного анализа применялись балльные шкалы. Степень выраженности органолептических свойств отдельных компонентов фиксировали последовательно в зависимости от оцущений.

На первом этапе готовили молочную основу. Для этого получали

белковый концентрат путем фракционирования пахты яблочным пектином [8]. Массовая доля белка в концентрате составила $12,6 \pm 0,5\%$. Для получения молочной основы с массовой долей белка 5% смешивали белковый концентрат в соответствующем соотношении.

Для выработки кисломолочного продукта с функциональными свойствами молочную основу, содержащую пахту и белковый концентрат, полученный путем фракционирования пахты яблочным пектином (далее – молочная основа) с массовой долей белка 5% сквашивали заквасочными микроорганизмами на основе *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus* в пропорции 1:1 в количестве 5% от массы смеси. Учитывая рекомендации производителя бактериального препарата и видовые особенности входящих в него культур, процесс сквашивания осуществляли при температуре $(39 \pm 1)^\circ\text{C}$ до получения в меру вязкого сгустка. Длительность процесса составила $(3,0 \pm 0,5)$ ч.

Дигидрокверцетин в виде мелкокристаллического порошка кремового цвета со слабым горьковатым вкусом вносили в молочную основу перед пастеризацией.

Верхний допустимый уровень потребления ДКВ составляет 100 мг в сутки, адекватный уровень потребления – 25 мг в сутки [9]. С учетом этой информации дигидрокверцетин был включен в состав разрабатываемого кисломолочного продукта в количестве, которое гарантирует содержание 30% от адекватного уровня потребления (что составляет 7,5 мг ДКВ на 100 г продукта); 50% от адекватного уровня потребления (что составляет 12,5 мг ДКВ на 100 г продукта); 100% от адекватного уровня потребления (что составляет 25,0 мг ДКВ на 100 г продукта).

Результаты

В рамках исследования были разработаны рецептуры для четырех образцов кисломолочного продукта. Основа каждой рецептуры включала 95 г молочной основы, 5 г лабораторной закваски. Изменяемый параметр – дозировка дигидрокверцетина.

Перед пастеризацией в образцы с молочной основой вносили порошок функционального ингредиента в разных количествах: 7,5 мг ДКВ на 100 г продукта; 12,5 мг ДКВ на 100 г продукта; 25,0 мг ДКВ на 100 г. Один образец служил контрольным без добавления ДКВ. Полученные образцы пастеризовали при температуре $(72 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20 с.

После пастеризации образцы охлаждали до температуры $(39 \pm 1)^\circ\text{C}$, вносили закваску. Полученные образцы сквашивали до образования плотного сгустка.

Результаты определения активной и титруемой кислотности представлены в *таблице 1* и на *рисунке 1*.

Таблица 1 – Изменение активной кислотности в процессе сквашивания

Масса ДКВ в 100 г продукта, мг	Активная кислотность, единицы рН			
	При заквашивании	Через 1 ч	Через 2 ч	Через 3 ч
0,0	6,27±0,14	6,00±0,18	5,20±0,14	4,83±0,15
7,5	6,27±0,23	5,92±0,15	5,11±0,19	4,7±0,09
12,5	6,27±0,21	5,96±0,11	5,12±0,19	4,77±0,15
25,0	6,27±0,18	5,98±0,20	5,16±0,21	4,83±0,17

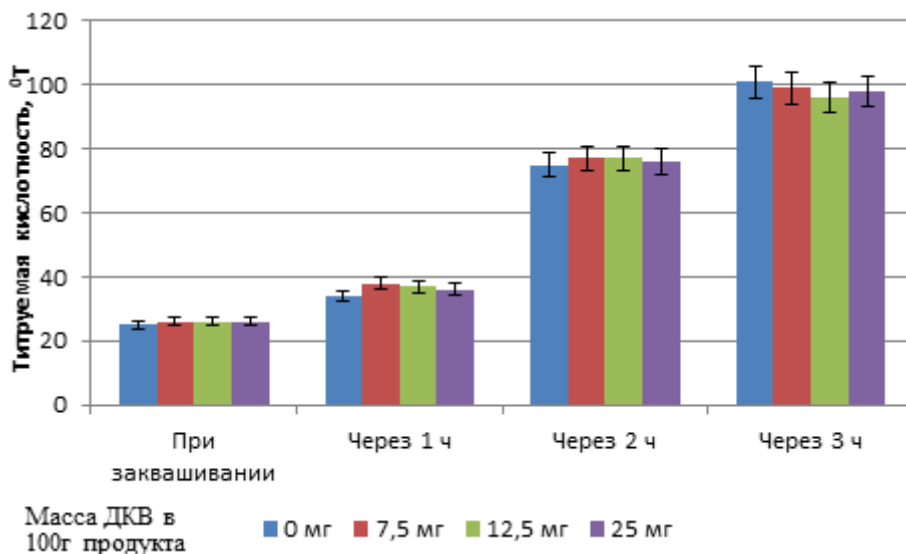


Рисунок 1 – Динамика изменения титруемой кислотности при сквашивании образцов молочной основы с разной дозой ДКВ

Как следует из таблицы 1 и рисунка 1, в процессе исследования образцов не было выявлено заметных отличий в скорости нарастания титруемой кислотности между контрольным и опытными образцами.

Средняя скорость кислотообразования в контрольном образце составила 25,33 °Т/ч, что незначительно превышает исследуемый параметр в образцах с массой ДКВ в 100 г продукта: 7,5 мг – 24,33 °Т/ч; 12,5 мг – 23,33 °Т/ч; 25 мг – 24 °Т/ч.

Все сквашенные образцы, независимо от количества в них ДКВ, сформировали плотный сгусток спустя 3 часа. Вероятно, ускоренное образование сгустка обусловлено высоким содержанием белков и присутствием пектина в исходной смеси. По завершении ферментации при титруемой кислотности в диапазоне (96–101) °Т показатель активной кислотности сгустков составил от 4,70 до 4,83 единиц, обеспечивая сохранность заквасочной микрофлоры в жизнеспособном состоянии.

В процессе сквашивания образцов определяли удельную электропроводимость (УЭП) с целью определения зависимости данного параметра от развития молочнокислой микрофлоры. Изменение удельной электропроводимости показано на рисунке 2.

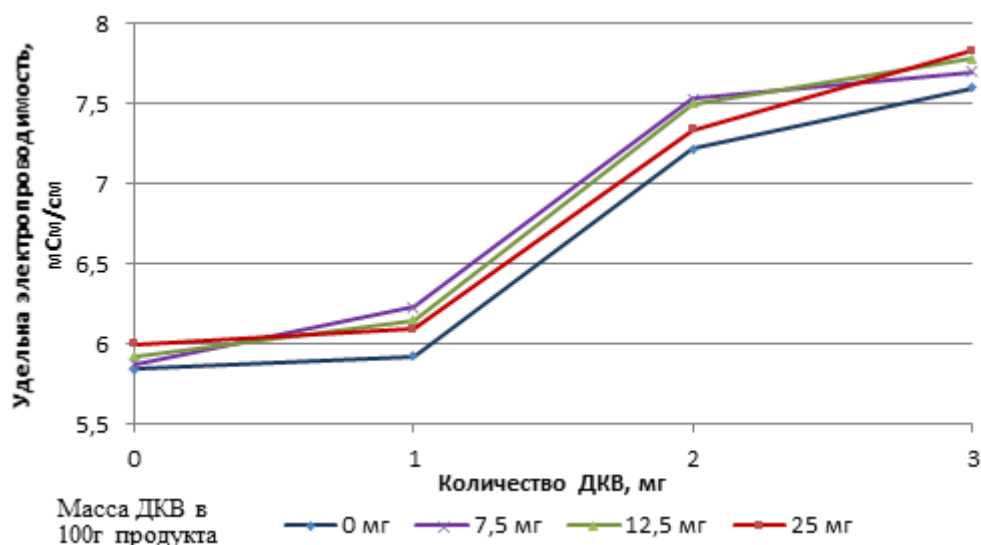


Рисунок 2 – Динамика изменения удельной электропроводимости при сквашивании образцов молочной основы с разной дозой ДКВ

У всех образцов отмечено, что в первый час сквашивания УЭП поднималась достаточно медленно на (0,08–0,36) мСм/см, на третий час резко возросла на (1,25–1,35) мСм/см и увеличивалась до окончания сквашивания.

Полученные результаты соответствуют фазам размножения молочнокислых микроорганизмов. При этом первый час сквашивания соответствует лаг-фазе, когда размножение идет очень медленно. После этого наступает фаза логарифмического роста, когда отмечается постоянная и максимальная скорость размножения, при этом резко увеличивается количество молочной кислоты, образующейся в результате метаболической активности молочнокислых бактерий. Увеличение концентрации кислоты сопровождается ростом титруемой кислотности продукта (см. рис. 1) [10].

Одновременно с этим процессом возрастает удельная электропроводимость. Это связано с тем, что молочная кислота диссоциирует в воде, образуя ионы водорода (H^+) и лактат-ионы ($CH_3CH(OH)COO^-$), которые увеличивают общее количество заряженных частиц в среде, что ведет к повышению удельной электропроводимости.

Таким образом, изменения в удельной электропроводимости являются результатом сложной цепи биохимических процессов, инициируемых деятельностью молочнокислых бактерий. Эти процессы оказывают непосредственное влияние на качество и характеристики конечного продукта. Следовательно, УЭП может служить косвенным показателем контроля развития молочнокислых бактерий.

Таблица 2 демонстрирует итоги исследований, посвященных воздействию дигидрокверцетина на рост молочнокислых бактерий в

ходе формирования кисломолочного сгустка. Для этого осуществлялся анализ исходных смесей сразу после добавления закваски, а также конечного продукта.

Таблица 2 – Количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий в смеси после заквашивания и в готовом продукте

Масса ДКВ в 100 г продукта, мг	Количество молочнокислых бактерий, КОЕ/см ³	
	Смесь после заквашивания	Готовый продукт
0,0	1·10 ⁷	1·10 ⁹
7,5	1·10 ⁷	1·10 ⁹
12,5	1·10 ⁷	1·10 ⁹
25,0	1·10 ⁷	1·10 ⁹

Исследование показало, что после заквашивания во всех образцах смеси было обнаружено одинаковое количество молочнокислых бактерий 1·10⁷ КОЕ/см³, что соответствовало ожиданиям. В четырех образцах с готовым продуктом содержание молочнокислых бактерий равнялось 1·10⁹ КОЕ/см³, что свидетельствует о том, что дигидрохверцетин не оказывает влияния на развитие и рост молочнокислых бактерий, а именно ацидофильной палочки и термофильного стрептококка, во время ферментации. Согласно результатам исследования, применяемая молочная основа представляет собой благоприятную среду для роста ацидофильных палочек и термофильных стрептококков.

Результаты определения синерезиса кислотных сгустков, полученных путем сквашивания молочной основы с разной дозой ДКВ представлены на рисунке 3.

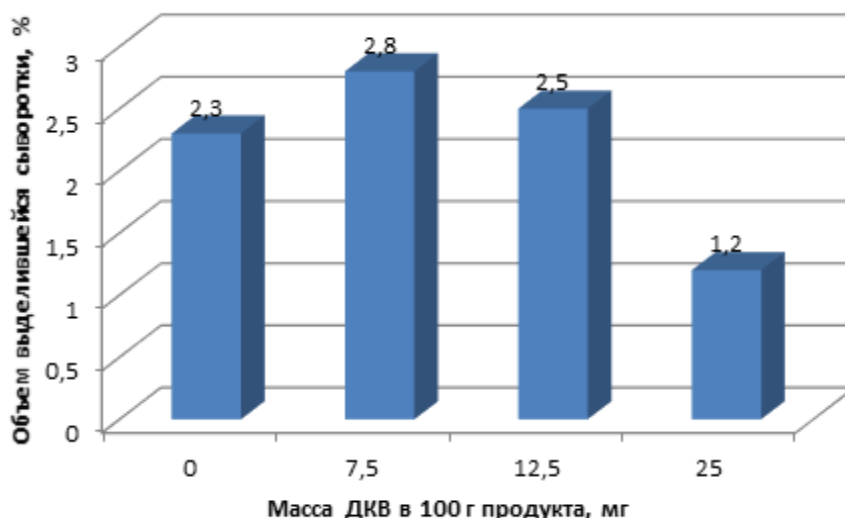


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность сгустков сквашенных образцов молочной основы с разной дозой ДКВ

Объем выделившейся из полученных сгустков сыворотки находился на низком уровне и составил 1,2–2,8%. Видимое возрастание влагоудерживающей способности сгустков по мере увеличения содержания дигидрокверцетина в молочной основе может быть связано с образованием связей между компонентами пахты и полисахаридом.

В процессе сквашивания молочной основы микроорганизмами закваски происходит коагуляция белка. В ячейках белкового геля удерживается влага. При снижении pH казеин теряет способность удерживать влагу и начинается отделение сыворотки. Можно предположить, что гидроксилы, функциональные группы дигидрокверцетина, образуют новые контакты между компонентами пахты и ДКВ, тем самым способствуя структурированию системы и препятствуя отделению сыворотки.

В сравнении с традиционными кисломолочными продуктами все исследуемые образцы характеризуются повышенной способностью сгустков удерживать влагу. Это явление объяснимо значительной массовой долей белка в образцах (5%), в основном казеина. Плотная структура казеинового сгустка способствует лучшему удержанию влаги и других компонентов сухого вещества [11]. Кроме этого, пищевые гидроколлоиды, такие как пектин, улучшают текстуру и стабильность кисломолочных сгустков за счет взаимодействия с белками. Возможно, часть пектина перешла в молочную основу при фракционировании [12].

Кроме этого, известно, что содержащиеся в пахте белки оболочек жировых шариков способствуют улучшению текстуры пищевых продуктов [13]. Фосфолипиды характеризуются высокой способностью удерживать воду, обусловленной их амфифильными свойствами [14]. За счёт электростатического и гидрофобного взаимодействия фосфолипиды взаимодействуют с сывороточными белками и β -казеином, улучшая текстуру продукта и снижая его склонность к синерезису [15].

В процессе проведения органолептической оценки установлено, что полученные образцы отличались сладковатым, чистым, кисломолочным вкусом и запахом. Были подтверждены высокие потребительские качества продукта, выявлена вязкая, плотная, однородная, нежная консистенция. Несмотря на пониженное содержание жира, вкус продукта соответствовал полножирному аналогу.

Даже при максимальной дозировке добавления ДКВ – 25 мг на 100 г продукта – изменения вкуса и запаха готового изделия не произошло. Специфическая горечь, характерная для порошка ДКВ, в готовых изделиях отсутствовала вследствие небольшого объема вносимого компонента.

На основании анализа органолептических показателей было

установлено, что все образцы имели высокие потребительские свойства. Поэтому при выборе образца, используемого для дальнейших исследований, основывались на дозировке ДКВ, обеспечивающей более высокое содержание функционального ингредиента. Поэтому выбран образец с дозой ДКВ 25 мг в 100 г продукта.

Заключение

В ходе исследования процесса сквашивания молочной основы с повышенным содержанием белка в присутствии дигидрокверцетина было выявлено, что применение молочной основы, включающей пахту и белковый концентрат, который был получен методом фракционирования пахты с использованием яблочного пектина, способствует созданию кисломолочного продукта с высокими потребительскими характеристиками.

Дигидрокверцетин, вносимый в качестве ингредиента, проявляющего функциональные свойства, не оказывал заметного влияния на процесс сквашивания, а именно на изменение титруемой и активной кислотности, значения удельной электропроводимости и органолептические показатели кисломолочного продукта. Выявлена обратно пропорциональная зависимость влагоудерживающей способности сгустков от количества ДКВ.

На основании полученных данных для дальнейших исследований выбран образец с максимальным содержанием ДКВ (25 мг) в 100 г продукта.

Следующий этап исследований направлен на изучение реологических показателей и антиокислительной способности.

Благодарность

Исследования выполнены в рамках темы Министерства сельского хозяйства РФ № 124060400037-3 от 04.06.2024.

Литература:

1. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2011. – 424 с.
2. Rasouli Pirouzian H., Alakas E., Cayir M., Yakisik E., Toker O.S., Kaya, Ş., Tanyeri O. Buttermilk as milk powder and whey substitute in compound milk chocolate. Comparative study and optimisation. *International Journal of Dairy Technology*, no. 74, 2021, pp. 246-257. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12736>.
3. Топникова, Е.В. Новый стандарт на пахту и продукты ее переработки / Е.В. Топникова, Н.В. Иванова, Н.Н. Оносовская // Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции // Сборник материалов Международной молочной недели. 9–18 июня 2017 г. – Углич, ВНИИМС, 2017. – С. 32–34.

4. Кириленко, М.А. Оценка свойств пробиотических и аутопробиотических штаммов лактобацилл разными методами: дисс. ... канд. Биол. наук // М.А. Кириленко. – Иваново, 2022. – 180 с. URL: <https://instmech.ru/images/8HYDM2FIWevrgGTL4ve9.pdf>

5. Бояринева, И.В. Пробиотические свойства и актуальность практического применения *L. Acidophilus* // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2021. – № 2 (106). – С. 70–75.

6. Дунаев, А.В. Дигидрохверцетин в молочной промышленности / А.В. Дунаев // Переработка молока. – № 10. – 2013. – с. 16–17.

7. Патент 2043030 С1 РФ, МПК А23С9/00 Способ производства молочных концентратов с дигидрохверцетином и метод контроля его содержания / И.А. Радаева, Н.А. Тюкавкина, С.Я. Соколов [и др.]; заявитель Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, заявл. 28.12.1992, опубл. 10.09.1995.

8. Боброва, А.В. Исследование физико-химических свойств продуктов разделения пахты яблочным пектином / А.В. Боброва, А.Л. Новокшанова, А.Д. Шибарева // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – № 2(54). – С. 141–152. – DOI: 10.52231/2225-4269_2024_2_141. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67927358>

9. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. решением Комиссии Таможенного союза № 299 от 28.05.2010. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902249109>

10. Рябцева, С.А. Микробиология молока и молочных продуктов / С.А. Рябцева, В.И. Ганина, Н.М. Панова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 192 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/262502> (дата обращения: 24.11.2024).

11. Соболева, Н.В. технологические свойства молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков / Н.В. Соболева, А.С. Карамеева, С.В. Карамеев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 4. – С. 66–72.

12. Особенности применения пищевых добавок в кисломолочных продуктах // З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова, Д.В. Зенина [и др.] // Молочная промышленность. 2017. – № 3. – С. 50–52.

13. Tang H., He S., Peng F., Wang R., Li Q., Ma Y. The effects of milk fat globule membrane and its individual components on dough properties and bread quality. *RSC Advances*, 2016, no. 6., pp. 102617–102625.

14. Romeih E.A., Abdel-Hamid M., Awad A.A. The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt. *Dairy Science & Technology*, 2014, no. 94, pp. 297–309.

15. Gallier S., Gragson D., Jiménez-Flores R., Everett D. W. β -Casein-phospholipid monolayers as model systems to understand lipid-protein interactions in the milk fat globule membrane. *International Dairy Journal*, 2012, no. 22, pp. 58–65.

References:

1. Khramtsov A. G. *Tekhnologiya produktov iz vtorichnogo molochnogo syr'ya* [Technology of products from secondary dairy raw materials]. St. Petersburg, GIORP Publ., 2011. 424 p. - ISBN 978-5-98879-089-1. – Text direct

2. Rasouli Pirouzian H., Alakas E., Cayir M., Yakisik E., Toker O.S., Kaya, Ş., Tanyeri O. Buttermilk as milk powder and whey substitute in compound milk chocolate. Comparative study and optimisation. *Int. J. Dairy Technol.*, no. 74, 2021, pp. 246-257. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12736>. (In English) – Text electronic

3. Topnikova E.V., Ivanova N.V., Onosovskaya N.N. New standard for buttermilk and its processed products. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy molochnoy nedeli «Nauchno-prakticheskie resheniya i voprosy tekhnicheskogo regulirovaniya proizvodstva molochnoy produktsii»* [Proc. of the International Dairy Week «Scientific and practical solutions and issues of technical regulation of dairy production»]. Uglich, VNIIMS Publ., 2017. pp. 32-34. (In Russian) – Text direct

4. Kirilenko M. A. *Otsenka svoystv probioticheskikh i autoprobioticheskikh shtammov laktobatsill raznymi metodami. Kand. Diss.* [Evaluation of the properties of probiotic and autoprobiotic strains of lactobacilli by different methods. Cand. Diss.]. 2022 180p. Available at: <https://instmech.ru/images/8HYDM2FIWevrgGTL4ve9.pdf> – Text electronic

5. Boyarineva I. V. Probiotic properties and relevance of practical application of *L. Acidophilus*. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava* [Bulletin of the Khabarovsk State University of Economics and Law], 2021, no. 2 (106), pp. 70-75. (In Russian) – Text direct

6. Dunaev A.V. Dihydroquercetin in the dairy industry. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2023, no. 10, pp. 16-17. (In Russian) – Text direct

7. Radaeva I.A., Tyukavkina N.A., Sokolov S.YA., SHul'kina S.P., Rulenko I.A., Babkin V.A. *Sposob proizvodstva molochnykh kontsentratov s digidrokvertsetinom i metod kontrolya ego soderzhaniya* [Method for the production of milk concentrates with dihydroquercetin and a method for monitoring its content], Patent RF 2043030, 1995. – Text direct

8. Bobrova A.V., Novokshanova A.L., Shibareva A.D. Study of physicochemical properties of buttermilk separation products with apple pectin.

Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2024, no. 2 (54), pp. 141-152. - DOI 10.52231 / 2225-4269_2024_2_141. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67927358> (In Russian) – Text electronic

9. *Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i higienicheskie trebovaniya k produkcii (tovaram), podlezhashchey sanitarno-epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu). Utverzhdeny resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza № 299 ot 28 maya 2010g.* [Uniform sanitary-epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary-epidemiological supervision (control). Approved by the Decision of the Customs Union Commission, No. 299 of May 28, 2010]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902249109>(In Russian) – Text electronic

10. Ryabtseva S. A. Ganina V. I., Panova N. M. *Mikrobiologiya molo-ka i molochnykh produktov* [Microbiology of milk and dairy products]. St. Petersburg: Lan' Publ., 2022. 192 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/262502> (date of access: 24.11.2024). - Text electronic

11. Soboleva N.V., Karamaeva A.S., Karamaev S.V. Technological properties of milk with different proportions of γ -casein fraction in the protein structure. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Samara State Agricultural Academy], 2020, no. 4, pp. 66-72 (In Russian) – Text direct

12. Zobkova Z.S., Fursova T.P., Zenina D.V., Gavrilina A.D., Shelag-inova I.R. Features of using food additives in fermented milk products. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 3, pp. 50–52. (In Russian) – Text direct

13. Tang H., He S., Peng F., Wang R., Li Q., Ma Y. The effects of milk fat globule membrane and its individual components on dough properties and bread quality. *RSC Advances*, 2016, no. 6, pp. 102617–102625. (In English) – Text direct

14. Romeih E.A., Abdel-Hamid M., Awad A A. The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt. *Dairy Science & Technology*, 2014, no.94, pp. 297–309. (In English) – Text direct

15. Gallier S., Gragson D., Jiménez-Flores R., Everett D. W. β -Casein-phospholipid monolayers as model systems to understand lipid-protein interactions in the milk fat globule membrane. *International Dairy Journal*, 2012, no. 22, pp. 58–65. (In English) – Text direct

Study of the fermentation process of milk base with increased protein content in the presence of dihydroquercetin

Bobrova Anna Vladislavovna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor

e-mail: anna.chekaleva@mail.ru

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

Shibareva Al'bina Dmitrievna, assistant

e-mail: al.shockotova2015@yandex.ru

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

Ababkova Anna Aleksandrovna, Candidate of Science (Engineering), chemical engineer

e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Joint-Stock Company Educational and Experimental Dairy Plant of the Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

Keywords: buttermilk, fractionation, protein concentrate, dihydroquercetin, fermentation, fermented milk product

Abstract. The experimental studies have been carried out in the Vologda region. The objects of study are milk base with a protein content of 5%, enriched with dihydroquercetin and fermented with *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus* microorganisms. The milk base has contained buttermilk and protein concentrate derived by fractionating of buttermilk with apple pectin. The variable parameter has been the amount of dihydroquercetin. The aim of the work is to study the fermentation process of a milk base containing buttermilk and protein concentrate derived by fractionating of buttermilk with a polysaccharide (hereinafter referred to as the milk base) in the presence of dihydroquercetin. For this purpose, the functional ingredient powder has been added before pasteurization to the milk base samples in different amounts: 7.5 mg of dihydroquercetin per 100 g of product; 12.5 mg of dihydroquercetin per 100 g of product; 25.0 mg dihydroquercetin per 100 g. One sample has been taken as a control one without adding dihydroquercetin. After cooling the milk base to the fermentation temperature, a starter culture based on *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus* has been added in an amount

of 5% of the mixture weight, then the fermentation process has been studied. During the study, no noticeable differences in the rate of titratable acidity increase or in active acidity decrease have been found between the control and experimental samples. Determination of the specific electrical conductivity (SEC) during the fermentation of the samples have shown that in the first hour of fermentation, the SEC rose quite slowly by (0.08-0.36) mS/cm, in the third hour it has increased sharply by (1.25-1.35) mS/cm and has been increasing until the end of fermentation. The determinations of the specific electrical conductivity correspond to the reproduction phases of lactic acid microorganisms, which allows using this indicator for indirect establishment of their development. Examination of the amount of lactic acid bacteria in the mixture after adding the starter and in the finished product has shown that dihydroquercetin does not affect the development of acidophilus bacillus or thermophilic streptococcus. Determination of the synergetic capacity of clots has shown its dependence on dihydroquercetin amount. The volume of separated whey has been low and amounted to 1.2–2.8%. The apparent increase in the water-holding capacity of clots as the dihydroquercetin content in the milk base increases may be due to the formation of bonds between the components of buttermilk and dihydroquercetin.

Влияние температуры и продолжительности пастеризации на вязкость белкового витаминизированного желированного продукта

Бурмагина Татьяна Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: burmagina.t.yu@2.molochnoe.ru

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

Матвеева Наталия Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

Габриелян Дина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: dg050272@yandex.ru

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

Ключевые слова: желированный продукт, творожная сыворотка, технологическое оборудование, технологический процесс, пастеризация, скребковый теплообменник, емкостной теплообменник.

Аннотация. Поликомпонентный состав продукта и взаимодействие ингредиентов в процессе технологической обработки влияют на реологические и сенсорные свойства обрабатываемой пищевой системы и, как следствие, свойства готового продукта. В значительной степени структурно-механические свойства продуктов, в составе которых присутствуют сывороточные белки и загустители, зависят от параметров технологических процессов. Так, в случае пастеризации представляет интерес исследование влияния ее температуры и продолжительности на изменение вязкости готового продукта. Объекта-

ми исследования выступали образцы обогащенного белкового желированного продукта. Математическую обработку экспериментальных данных проводили по результатам опытов в 3–5-кратной повторности с помощью методов статистики и регрессионного анализа с использованием персонального компьютера и пакета программного обеспечения «Microsoft Excel», «Statistica». Для эффективной постановки опытов и оптимизации состава продукта использовали метод математического планирования эксперимента. Вязкость продуктов определяли методом ротационной вискозиметрии. Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 32901-2014. В результате планирования двухфакторного эксперимента была получена математическая модель объекта исследования. Установлено, что при повышении температуры и продолжительности пастеризации вязкость продукта возрастает. Коэффициенты регрессионной модели показывают значимость обоих параметров, но подтверждают больший вклад параметра продолжительности пастеризации перед температурой. На основе полученной модели и с учетом микробиологических показателей определена оптимальная температура и продолжительность пастеризации при производстве белкового витаминизированного желированного продукта.

Введение

Пищевая промышленность РФ относится к динамично развивающимся отраслям экономики, в которых наиболее быстрыми темпами происходит внедрение передовых технологий [1–5].

Введенные экономические санкции в период 2019–2024 гг. и мероприятия по обеспечению импортозамещения, несомненно, послужили толчком в развитии отечественных сельскохозяйственных предприятий, что, в свою очередь, соответствует поставленным задачам Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года [6, 7]. В то же время Правительство уделяет особое внимание вопросам обеспечения полноценным питанием всего населения [8].

Однако анализ экономических обзоров показал, что наиболее существенным риском, с которым столкнулась перерабатывающая промышленность России, в контексте санкционных ограничений и девальвации национальной валюты является высокая зависимость отечественного отраслевого сектора от импорта передовых технологий, техники и оборудования, вспомогательных материалов, программно-информационных комплексов, а также ингредиентов для пищевой отрасли [2, 3, 4, 9, 10, 11].

Основной проблемой, тормозящей модернизацию пищевой отрасли, являются низкие темпы обновления технологического оборудова-

ния. Фонды многих предприятий отрасли не обновляются десятилетиями. Учитывая сложившуюся ситуацию, при поставке на производство нового вида продукции производители заинтересованы в использовании имеющейся на предприятии материальной и технической базы.

Исследователями Вологодской ГМХА в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства РФ подобрана рецептура и разработана технология производства белкового желированного десерта на основе молочной сыворотки [12, 13].

Композиционный и рецептурный состав продукта, взаимодействие ингредиентов оказывают влияние на его реологические и сенсорные свойства. В продуктах, содержащих белки молочной сыворотки и различные загущающие агенты, структурно-механические свойства зависят от режимов технологических операций, в частности, влияние оказывает температура и продолжительность пастеризации [14].

Одним из наиболее значимых показателей желированного продукта является вязкость, которая оказывает влияние на формирование консистенции.

Современная номенклатура представленных на рынке видов технологического оборудования, позволяет компоновать различные варианты оформления технологического процесса производства желированного продукта. В частности, пастеризация может осуществляться как в поточном скребковом теплообменнике при продолжительности тепловой обработки в несколько секунд, так и с использованием оборудования емкостного типа. Во втором случае выдержка при температуре пастеризации в зависимости от вида вырабатываемого продукта может составлять от нескольких минут до нескольких часов. Такое продолжительное воздействие высоких температур при производстве структурированных пищевых продуктов с использованием концентрата сывороточных белков и гидроколлоидов углеводной природы оказывает влияние на гелеобразование. Эти процессы влияют на застудневание, что критически важно для текстуры и качества конечного продукта. Таким образом, температура и длительность пастеризации оказывают значительное влияние на вязкость продукта.

Целью данного исследования является установление режимов тепловой обработки смеси при использовании в технологической схеме емкостного теплообменного оборудования и условия достижения оптимальной вязкости готового продукта.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись опытные образцы, приготовленные по рецептуре, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение компонентов рецептуры обогащенного белкового желированного продукта

Компоненты	Масса, кг
Сыворотка творожная	664
Концентрат сывороточных белков с массовой долей белка 80 %	150
Черника, дробленая с сахаром	150
Псиллиум	35
Витаминный премикс	1
Итого, кг	1000

Для определения оптимальной температуры и продолжительности тепловой обработки при разработке технологии желированного продукта было проведено планирование двухфакторного эксперимента, в котором в качестве факторов были выбраны продолжительность (X_1) и температура (X_2) пастеризации, а в качестве отклика – вязкость продукта (Y) [15].

На основании предварительных исследований были выбраны значения верхнего и нижнего уровней факторов в натуральном и кодированном выражении и составлен план полного факторного эксперимента (ПФЭ) (таблица 2, 3).

Таблица 2 – Значения уровней и интервалов варьирования

Наименование фактора	Значения уровней			Интервал варьирования
	+1	0	- 1	
Продолжительность пастеризации, мин (X_1)	8	5	2	3
Температура пастеризации, °C (X_2)	80	76	72	4

Таблица 3 – План ПФЭ в кодированном выражении факторов

№ опыта	x_0	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$
1	+	+	+	+
2	+	-	+	-
3	+	+	-	-
4	+	-	-	+

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по результатам опытов в 3–5-кратной повторности с помощью методов статистики и регрессионного анализа с использованием персонального компьютера и пакета программного обеспечения «MicrosoftExcel», «Statistica». Для эффективной постановки опытов и оптимизации состава продукта использовали метод математического планирования эксперимента. Достоверность полученных результатов оценивали с помощью критерия Стьюдента, полученные регрессионные зависимости проверяли на адекватность экспериментальным данным по критерию Фишера [15]. Расчетное значение критерия Стьюдента определяли из соотношения:

$$t_{\text{расч.}} = \frac{y - \bar{y}}{\delta S_n} \leq t_{\text{табл.}}, \quad (1)$$

где среднеквадратичное отклонение:

$$\delta S_n = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}, \quad (2)$$

где n – число повторных опытов.

Границы доверительного интервала рассчитывали по формуле:

$$\Delta a_i = \pm \frac{t_{\text{табл.}} \cdot \Delta S_y}{\sqrt{N}}, \quad (3)$$

Для проверки на адекватность полученных уравнений была рассчитана дисперсия адекватности:

$$\Delta S_{\text{адекв.}}^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{f}, \quad (4)$$

при степени свободы $f = N - (k+1)$, где N – число опытов; k – число факторов.

Расчетное значение критерия Фишера определяли по формуле:

$$F_{\text{расч.}} = \frac{\Delta S_{\text{адекв.}}^2}{\Delta S_y^2}, \quad (5)$$

Структурно-механические и реологические показатели образцов определяли методом ротационной вискозиметрии на приборе «Реотест» (Фирма Messgerate Medingen GmbH, Германия) [17].

Эффективную вязкость продуктов определяли методом ротационной вискозиметрии и рассчитывали по формуле:

$$\eta_{эф} = \frac{\tau}{\gamma}, \quad (6)$$

где $\eta_{эф}$ – эффективная вязкость, Па·с

τ – напряжение сдвига, 10^{-1} Па

γ – скорость сдвига, c^{-1} .

Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 32901-2014 [18].

Результаты и обсуждение

На основании плана ПФЭ была составлена рабочая матрица и проведен эксперимент. На предыдущем этапе исследований была установлена оптимальная температура фасования продукта, поэтому исследования вязкости были проведены при температуре $(45 \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$ [16]. Измеряли динамическую вязкость опытных образцов при скорости сдвига $9 \text{ } c^{-1}$. Рабочая матрица планирования и результаты эксперимента, выполненные в трехкратной повторности, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Рабочая матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	Продолжительность пастеризации, мин, (X_1)	Температура пастеризации, $^\circ\text{C}$, (X_2)	Вязкость продукта, Па·с			
			y_1	y_2	y_3	\bar{y}
1	8	80	24,70	24,54	24,68	24,64
2	2	80	15,42	15,68	15,46	15,52
3	8	72	20,28	19,95	20,58	20,27
4	2	72	2,69	3,01	2,85	2,85

Для того чтобы оценить воспроизводимость полученных экспериментальных данных, для трехкратной повторности опытов было определено среднее значение \bar{y} , отклонение от среднего $(y_i - \bar{y})$, квадрат отклонения $(y_i - \bar{y})^2$, квадрат среднеквадратичного отклонения δS_n^2 и среднеквадратичное отклонение δS_n . Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Данные для оценки воспроизводимости результатов

№ опыта	n	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	δS_n^2	δS_n	$t_{расч.}$
1	1	0,0600	0,0036	0,0046	0,0676	0,8879
	2	-0,1000	0,0100			-1,4798
	3	0,0100	0,0001			0,1480
2	1	-0,1000	0,0100	0,0119	0,4903	-0,9167
	2	0,0100	0,0001			0,0917
	3	-0,1600	0,0256			-1,4667
3	1	0,0100	0,0001	0,0086	0,0926	0,1080
	2	-0,1600	0,0256			-1,7287
	3	0,0000	0,0000			0,0000
4	1	-0,1600	0,0256	0,0085	0,0924	-1,7321
	2	0,0000	0,0000			0,0000
	3	0,0000	0,0000			0,0000

Достоверность повторных опытов была рассчитана с применением критерия Стьюдента. Табличное значение критерия $t_{табл.}$ было определено для трех повторностей ($n = 3$) и доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ и составило $t_{табл.} = 4,30$. Поскольку неравенство $t_{расч.} < t_{табл.}$ выполняется, следовательно, результаты статистически воспроизводимы.

В качестве модели объекта исследования на первом этапе была принята линейная модель (1):

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_{1,2} \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (6)$$

Коэффициенты в уравнении составили: $a_0 = 15,82$; $a_1 = 6,64$; $a_2 = 4,26$; $a_{1,2} = -2,08$.

Затем были определены границы доверительных интервалов Δa_i для коэффициентов в уравнении модели. Для этого была рассчитана дисперсия воспроизводимости серии опытов $\Delta S_y^2 = 0,0084$.

С учетом значения дисперсии S_y и доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ рассчитывались границы доверительного интервала (3) для коэффициентов в уравнении 6: $\Delta a_i = \pm 0,1970$.

В результате было установлено, что все коэффициенты являются значимыми, так как в соотношении с границами интервала они намного больше. С учетом этого уравнение регрессии в кодированных переменных будет иметь вид:

$$y = 15,82 + 6,64 \cdot X_1 + 4,26 \cdot X_2 - 2,08 \cdot X_1 \cdot X_2. \quad (7)$$

Ввиду того, что фактор X_1 – продолжительность пастеризации имеет наибольший по абсолютной величине коэффициент, он оказывает наиболее сильное влияние на вязкость. В то время как температура пастеризации имеет влияние меньшее в 1,5 раза. Совместное влияние этих двух факторов не велико. С увеличением температуры и продолжительности пастеризации, увеличивается отклик, то есть вязкость продукта повышается, структура уплотняется.

По уравнению (7) были рассчитаны значения вязкости $Y_{i \text{ расч}}$. Результаты расчетов в сравнении с экспериментом представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Данные расчетов и эксперимента вязкости продукта

№ опыта	$Y_{i \text{ расч}}$	$\bar{Y}_{i \text{ эксперим}}$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$
1	24,64	24,70	-0,0600	0,0036
2	15,52	15,83	-0,3133	0,0982
3	20,27	20,11	0,1617	0,0261
4	2,85	3,01	-0,1583	0,0251

Для проверки на адекватность полученного уравнения была рассчитана дисперсия адекватности (4):

$$\Delta S_{\text{адекв.}}^2 = 0,0036 + 0,0982 + 0,0261 + 0,0251 = 0,15$$

Расчетное значение критерия Фишера (5) составило 18,23.

Сравним расчетное значение критерия $F_{\text{расч.}} = 18,23$ с табличным, равным $F_{\text{табл.}} = 19,51$. Поскольку $F_{\text{расч.}} < F_{\text{табл.}}$, следовательно дисперсии однородны и полученная модель адекватно описывает объект исследования.

С использованием программы Statistica 12 была построена зависимость вязкости разработанного продукта (y) от температуры (t) и продолжительности тепловой обработки (T) продукта. Уравнение регрессии в натуральных переменных имеет следующий вид:

$$y = - 141,887 + 15,353 \cdot t + 1,930 \cdot T - 0,173 \cdot t \cdot T, \quad (8)$$

где t – продолжительность пастеризации, мин.,

T – температура пастеризации, °С.

Коэффициент детерминации для данной модели составляет 0,999809, при этом доверительная вероятность стремится к 1. Достаточной является $\alpha = 0,95$, поэтому в натуральном выражении переменных уравнение может быть упрощено:

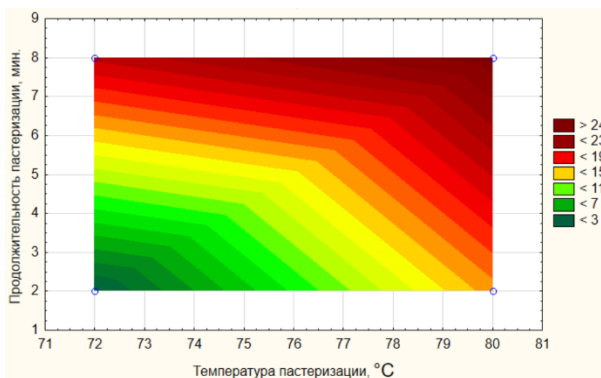
$$y = -76,18 + 2,21 \cdot t + 1,065 \cdot T \quad (9)$$

Кроме того, отклонение полученной модели (8) от упрощенной (9) незначительно, что подтверждает коэффициент корреляции, который составляет для модели 8 – 0,999, для модели 9 – 0,967. Это свидетельствует о том, что упрощенная модель вполне адекватно описывает объект исследования.

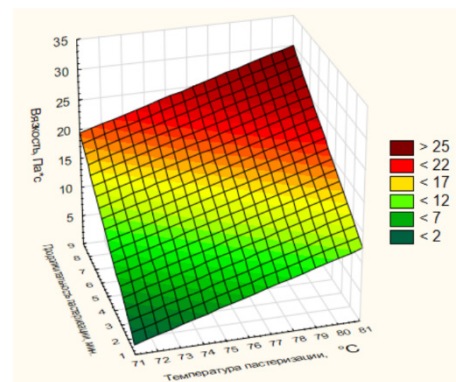
Результаты регрессионного анализа зависимости (9) представлены на рисунке 1.

		Итоги регрессии для зависимой переменной: Вязкость R= ,96688899 R2= ,93487432 Скоррект. R2= ,92040195 F(2,9)=64,597 p< ,00000 Станд.ошибка оценки: 2,4030					
N=12		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(9)	p-value
Intercept				-76,1783	13,24908	-5,74971	0,000276
Продолжительность пастеризации, мин.		0,813625	0,085066	2,2117	0,23123	9,56466	0,000005
Температура пастеризации, °С		0,522388	0,085066	1,0650	0,17342	6,14098	0,000171

а



б



в

Рисунок 1 – Регрессионный анализ линейной модели (4): а – итоги регрессии для зависимой переменной у (вязкость); б – градиентная карта изменения вязкости в зависимости от продолжительности и температуры пастеризации; в – 3D поверхность отклика для вязкости в зависимости от продолжительности и температуры пастеризации

Из уравнения (9) следует, что при повышении температуры (Т) и продолжительности (t) пастеризации вязкость (у) возрастает. При этом влияние температуры является менее существенным. Коэффициент b^* (см. рис. 1а) показывает значимость параметров регрессионной модели (8) и подтверждает большой вклад параметра продолжительности пастеризации перед температурой.

Аналитическая зависимость между исследуемыми параметрами (9) была представлена в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Значения вязкости в зависимости от температуры и продолжительности пастеризации, Па·с

Температура пастеризации, °С	Продолжительность пастеризации, мин		
	2	5	8
72	4,92	11,55	18,18
74	7,05	13,68	20,31
76	9,18	15,81	22,44
78	11,31	17,94	24,57
80	13,44	20,07	26,70

Для обоснования выбора режима пастеризации продукта целесообразно учитывать не только значения показателя вязкости, но и микробиологические показатели. Результаты исследования количества КМАФАнМ в образцах свежеработанного продукта и на конец срока годности с учетом коэффициента запаса представлены в таблице 8.

Таблица 8 – КМАФАнМ в образцах продукта, КОЕ/г

Температура пастеризации, °С	Продолжительность пастеризации, мин.	КМАФАнМ, КОЕ/г	
		1 сутки	11 сутки
72	2	$<10^2$	$5 \cdot 10^2$
	5	$5 \cdot 10^2$	$<10^2$
	8	$2 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^3$
76	2	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$
	5	$<10^2$	$1 \cdot 10^2$
	8	$3 \cdot 10^2$	$<10^2$
80	2	$4 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
	5	$<10^2$	$2 \cdot 10^2$
	8	$3 \cdot 10^2$	$<10^2$

Для выбора оптимальной температуры и продолжительности термообработки руководствовались тем, что ранее [16] при оптимальной температуре фасовки (45 ± 1) °С вязкость продукта составляла от 15,54 до 18,12 Па·с. Ввиду того, что при дальнейшем охлаждении продукта будет происходить упрочнение структуры и повышение вязкости системы вплоть до утраты текучести, следует исключить варианты режимов пастеризации продукта при температуре 80 °С и выдержкой 2–8 минут, а также температурой 72–76 °С с продолжительностью термообработки 8 минут. В соответствии с требованиями [19] допустимый уровень содержания КМАФАнМ должен быть не более $5 \cdot 10^2$ КОЕ/г. Поэтому,

проанализировав данные таблиц 8 и 9, целесообразно выбрать следующий оптимальный режим пастеризации: температура (74 ± 2) °С и продолжительность от 2 до 5 минут с использованием оборудования емкостного типа.

Выводы

На основании экспериментальных данных установлена зависимость эффективной вязкости продукта от температуры и продолжительности термической обработки. Подтверждено, что в большей степени на вязкость влияет продолжительность пастеризации.

Для производства желированного продукта с использованием емкостного теплообменника подобраны оптимальные параметры пастеризации: температура (74 ± 2) °С и продолжительность от 2 до 5 минут.

Полученные результаты были положены в основу разработки технологии производства проектируемого продукта.

Снижение параметров тепловой обработки (пастеризации) теоретически позволит снизить потери витаминов в готовом продукте.

Литература:

1. Тугачева, Л.В. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности в России / Л.В. Тугачева, О.С. Капнинова. // Индустриальная экономика. – 2021. – № 3. – Т. 3. – С. 45–52.

2. Продовольственный комплекс России: аналитический обзор, риски и угрозы, приоритеты и перспективы / А. В. Котарев, А. О. Котарева, И. Н. Василенко, Д. В. Шайкин // Экономика Профессия Бизнес. – 2023. – № 2. – С. 38–47.

3. Пищевая промышленность в России // Tadviser : сайт. – URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения 27.04.2024).

4. Федеральная служба государственной статистики Росстат : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 27.04.2024). – Текст : электронный.

5. Топникова, Е. В. Мобилизация молочной отрасли для решения сложных задач – залог ее успешной работы / Е.В. Топникова. – Текст : непосредственный // Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения : сборник материалов международной научно-практической конференции. – Москва, 2023. – С. 9–16.

6. Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2567-р : [утверждена Правительством Российской Федерации 08 сентября 2022 года] : (с изменениями и дополнениями). – Доступ из справ.-

правовой системы КонсультантПлюс. – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/f62ee45f-aeafd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/

7. Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2030 г. : Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1931-р: [утверждена Правительством Российской Федерации 30 августа 2019 года] : (с изменениями и дополнениями). – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332931/d660592fe9130ab-091425954bac994a0dc7ebabd/

8. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1364-р : [утверждена Правительством Российской Федерации 29 июня 2016 года] : (с изменениями и дополнениями). – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200636/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/

9. Продовольственная безопасность РФ: риски и угрозы, основные направления государственной политики / Г.В. Комлацкий, Н.В. Погребная, М.А. Завизионова, Н.В. Нижегородов // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 44 (3). – С. 133–137.

10. Росспецмаш : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosspetsmash.ru/> (дата обращения 27.04.2024). – Текст : электронный.

11. Малаева, М.С. Проблемы модернизации пищевой промышленности России / М.С. Малаева. – Текст : электронный // Экономические исследования. – 2021. – URL: <https://myeconomix.ru/articles/ekonomika-otrasley-i-predpriyatiy/problemy-modernizatsii-pishchevoy-promyshlennosti-rossii/> (дата обращения: 24.06.2024).

12. Разработка технологических решений для использования отечественных пищевых ингредиентов из молочного сырья в производстве обогащенной продукции: отчет о НИР (заключ.): Министерство сельского хозяйства РФ ; рук. А.Л. Новокшанова; испол.: А.А. Кузин, А.В. Боброва, Д.С. Габриелян. [и др.]. – М., 2023 – 205 с. – Текст : непосредственный.

13. Габриелян, Д.С. Использование псиллиума для загущения творожной сыворотки / Д.С. Габриелян, А.Л. Новокшанова // Ползуновский вестник. – 2023. – № 4. – С. 38–44.

14. Куприк, Н.М. Совершенствование ассортимента и потребительских свойств структурированных продуктов на основе смешанных и композитных гелей с использованием сахарозаменителей : специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов

и функционального и специализированного назначения и общественного питания» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Куприк (Белова) Нина Михайловна; Кубанский государственный технологический университет. – Саратов, 2022. – 169 с.

15. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.

16. Бурмагина, Т.Ю. Обоснование температурных режимов фасования белкового витаминизированного желированного продукта / Т.Ю. Бурмагина, Н.О. Матвеева, Д.С. Габриелян // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – № 3(55). – С. 121–138.

17. Косой, В.Д. Реология молочных продуктов (полный курс) (теория, научные исследования, справочный материал, лабораторный практикум) : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки уровня бакалавриата и магистратуры «Продукты питания животного происхождения», а также может быть рекомендовано для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Технология продуктов питания», специальности «Технология молока и молочных продуктов» и по направлению подготовки «Биотехнология» / В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, М.Ю. Меркулов. – Москва : ДеЛи принт, 2010. – 825 с. – Текст : непосредственный

18. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа = Milk and milk products. Methods of microbiological analysis : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05 декабря 2014 г. № 46-П : введен впервые : дата введения 2016-01-01 / разработан Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом маслоделия и сыроделия Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии) и Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии). – Москва : Стандартинформ, 2015. – 25 с.

19. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза О безопасности пищевой продукции : утвержден и введен в действие решением Комиссии Таможенного союза 09.12.2011 № 880: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/> (дата обращения: 10.09.2024). – Текст : электронный.

References:

1. Tugacheva L.V., Kapninova O.S. Current state and development prospects of the food industry in Russia. *Industrial'naya ekonomika* [Industrial Economy], 2021, no. 3, vol. 3, pp. 45-52. (In Russian) – Text direct
2. Kotarev A.V., Kotareva A.O., Vasilenko I.N., Shaykin D. V. Food complex of Russia: analytical review, risks and threats, priorities and prospects. *Ekonomika Professiya Biznes* [Economics Profession Business], 2023, no. 2, pp. 38-47. (In Russian) – Text direct
3. *Pishchevaya promyshlennost' v Rossii* [Food Industry in Russia]. Tadviser: website. Available at: <https://www.tadviser.ru/> (date of access 04/27/2024). – Text electronic
4. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki Rosstat* [Federal State Statistics Service Rosstat: official website]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/> (date of access 27.04.2024). – Text electronic.
5. Topnikova E. V. Mobilization of the dairy industry to solve complex problems is the key to its successful operation. *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Proizvodstvo syra, masla i drugoy molochnoy produktsii v sovremennykh usloviyakh. Problemy i puti resheniya»* [Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. «Production of cheese, butter and other dairy products in modern conditions. Problems and solutions»]. Moscow, 2023, pp. 9–16. (In Russian) – Text direct
6. *Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda: Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii, no. 2567-r: [utverzhdena Pravitel'stvom Rossiyskoy Federatsii 08 sentyabrya 2022 goda]: (s izmeneniyami i dopolneniyami)* [Strategies for the development of the agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: Order of the Government of the Russian Federation, no. 2567-r: [approved by the Government of the Russian Federation on September 08, 2022]: (with amendments and additions). Access from the KonsultantPlus reference and legal system – Text electronic. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/f62ee45faefd8e2a11d6d-88941ac66824f848bc2/
7. *Strategiya razvitiya mashinostroeniya dlya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti na period do 2030 g.: Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii, no. 1931-r: [utverzhdena Pravitel'stvom Rossiyskoy Federatsii 30 avgusta 2019 goda]: (s izmeneniyami i dopolneniyami)*. [Strategy for the Development of Mechanical Engineering for the Food and Processing Industry until 2030: Order of the Government of the Russian Federation, no. 1931-r: [approved by the Government of the Russian Federation on August 30, 2019]: (with amendments and additions)]. Access from the KonsultantPlus reference and legal system - Text

electronic. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332931/d660592fe9130ab091425954bac994a0dc7ebabd/

8. *Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda: Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii*, no. 1364-r : [utverzhdena Pravitel'stvom Rossiyskoy Federatsii 29 iyunya 2016 goda]: (s izmeneniyami i dopolneniyami). [Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation, no. 1364-r: [approved by the Government of the Russian Federation on June 29, 2016]: (with amendments and additions)]. Access from the KonsultantPlus reference and legal system. – Text electronic. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200636/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/

9. Komlatskiy G.V., Pogrebnaya N.V., Zavizionova M.A., Nizhegorodov N.V. Food security of the Russian Federation: risks and threats, main directions of state policy. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2021, no. 44 (3), pp. 133-137. (In Russian) – Text direct

10. *Rosspetsmash: ofitsial'nyy sayt* [Rosspetsmash: official website]. Available at: <https://rosspetsmash.ru/> (date of access 04/27/2024). – Text electronic.

11. Malaeva M. S. Problems of the food industry modernization in Russia. *Ekonomicheskie issledovaniya* [Economic research], 2021. Available at: <https://myeconomix.ru/articles/ekonomika-otrasley-i-predpriyatiy/problemy-modernizatsii-pishchevoy-promyshlennosti-rossii/> (date of access: 24.06.2024). (In Russian) -Text electronic

12. Novokshanova A.L., Kuzin A.A., Bobrova A.V., Gabrielyan D.S. *Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy dlya ispol'zovaniya otechestvennykh pishchevykh ingredientov iz molochnogo syr'ya v proizvodstve obogashchennoy produktsii: otchet o NIR (zaklyuchenie)* [Development of technological solutions for using domestic food ingredients from dairy raw materials in manufacturing enriched products: Research and development report (conclusion). Moscow, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2023. 205 p. - Text direct.

13. Gabrielyan D.S., Novokshanova A.L., The use of psyllium for thickening curd whey. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunov Bulletin], 2023, no. 4, pp. 38-44. (In Russian) – Text direct

14. Kuprik N.M. *Sovershenstvovanie assortimenta i potrebitel'skikh svoystv strukturirovannykh produktov na osnove smeshannykh i kompozitnykh geley s ispol'zovaniem sakharozameniteley. Kand. Diss.* [Improving the range and consumer properties of structured products based on mixed and composite gels using sugar substitutes. Cand. Diss.], Saratov, Kuban State Technological University Publ., 2022. 169 p. – Text direct

15. Grachev Yu.P., Plaksin Yu.M. *Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov* [Mathematical methods for planning experiments]. Moscow, DeLi Print Publ., 2005. 296 p. – Text direct

16. Burmagina T.Yu., Matveeva N.O., Gabrielyan D.S. Justification of temperature conditions for packaging protein vitaminized gelled product. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2024, no. 3 (55), pp. 121–138. (In Russian) – Text direct

17. Kosoy V. D., Dunchenko N.I., Merkulov M. Yu. *Reologiya molochnykh produktov (polnyy kurs) (teoriya, nauchnye issledovaniya, spravochnyy material, laboratornyy praktikum)* [Rheology of dairy products (full course) (theory, scientific research, reference material, laboratory practical training)]. Moscow, DeLi Print Publ., 2010. 825 p. - Text direct

18. State Standard 32901-2014. *Moloko i molochnaya produktsiya. Metody mikrobiologicheskogo analiza* = Milk and milk products. Methods of microbiological analysis: Interstate Standard, no. 46-P. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 25 p.

19. TR CU 021/2011. Technical Regulations of the Customs Union on Food Safety, no. 880: Available at: <https://docs.cntd.ru/document/> (date of access: 10.09.2024). – Text electronic.

The influence of temperature and duration of pasteurization on the viscosity of a protein vitaminized jellied product

Burmagina Tat'yana Yur'evna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Product Technology

e-mail: burmagina.t.yu@2.molochnoe.ru

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

Matveeva Nataliya Olegovna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Product Technology

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

Gabrielyan Dina Sergeevna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Product Technology

e-mail: dg050272@yandex.ru

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

Keywords: jellied product, curd whey, technological equipment, technological process, pasteurization, scraper heat exchanger, capacitive heat exchanger.

Abstract. The multicomponent product composition and the ingredient interaction occurring in technological processing affect the rheological and sensory properties of the processed food system and, as a result, properties of the finished product. Structural and mechanical properties of products containing whey proteins and thickeners depend on the technological process parameters to a considerable extent. Thus, in the case of pasteurization, it is of interest to study the effect of its temperature and duration on viscosity changes in the finished product. The research objects are samples of an enriched protein jellied product. The experimental data have been mathematically calculated with the account of the experiment results in 3-5-fold repetition by using statistical methods and regression analysis with the help of a personal computer and Microsoft Excel and Statistica software packages. The method of mathematical experiment plan-

ning has been used to carry out effective experiments and optimize the product composition. The viscosity of the products has been determined by using the rotational viscometry method. Microbiological parameters have been determined according to State Standard (GOST) 32901-2014. As a result of planning a two-factor experiment, a mathematical model of the research object has been generated. It has been established that as the temperature and duration of pasteurization increase, the viscosity of the product increases. The coefficients of the regression model show the significance of both parameters, but confirm the greater advantage of the pasteurization duration parameter over temperature. Taking into account the generated model and microbiological parameters, the authors have determined the optimal temperature and duration of pasteurization in manufacturing a protein vitaminized jellied product.

Роль температурного фактора в гидратации пищевого казеината

Новокшанова Алла Львовна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: novokshanova@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, продукты энтерального питания, белки, казеинат пищевой, казеинат натрия, продолжительность растворения.

Аннотация. Распространенным направлением моделирования формул специализированных пищевых продуктов, в частности продуктов энтерального питания, является введение в их составы белков, обладающих высоким аминокислотным рейтингом, например белков молочного происхождения. Основанием служат не только высокая пищевая ценность, но и хорошая усвояемость этих белков. В производстве жидких продуктов энтерального питания диспергирование ингредиентов рецептуры в воде является необходимой стадией технологического процесса. В случае производства сухих продуктов энтерального питания их следует восстанавливать в воде перед употреблением. Объектом данного исследования выбран этап гидратации казеината натрия с массовой долей белка 58,53% (Россия). Цель работы состояла в изучении влияния температурного фактора и концентрации казеината натрия на скорость его гидратации. В задачи исследований входило получение водных дисперсий с разным содержанием казеината натрия в различных температурных условиях, математическая обработка и анализ экспериментальных данных. Предметами исследования служили водные дисперсии казеината натрия. Вариативные факторы: концентрация казеината натрия от 1 до 10% с шагом 1% и температура диспергирования 40, 60 и 80 °С. Контролируемый показатель – продолжительность растворения пищевого казеината. В условиях данного эксперимента гидратация казеината натрия была осуществима при 40 °С. Однако только при концентрации ингредиента 1 и 2% продолжительность растворения была приемлемой для подготовки смеси при

восстановлении дома или в стационаре и составляла 15 и 17 минут соответственно. При более высоком содержании казеината натрия в составе смеси процесс значительно удлинялся и при массовой доле ингредиента 10% достигал 57 минут. Сокращение процесса растворения достигнуто при 80 °С. Такой температурный режим применим в технологии производства жидкой формы продуктов энтерального питания и может быть совмещен с процессом пастеризации смеси.

Введение

В соответствии с действующей нормативной документацией, специализированные пищевые продукты отличаются измененным составом сырья и улучшенной пищевой ценностью [1]. Распространенным направлением моделирования формул специализированных пищевых продуктов является введение в их рецептуры белков, обладающих высоким аминокислотным рейтингом, например белков молочного происхождения [2–5]. Не являются исключением и специализированные продукты энтерального питания [6]. Согласно действующим техническим условиям на продукты энтерального питания [7] для их производства могут быть использованы ингредиенты на основе казеина и сывороточных белков. Основанием служат не только высокая пищевая ценность, но и хорошая усвояемость этих белков.

Белки молочного происхождения представлены на рынке в разных формах. Каждый из индивидуальных молочных белков обладает определенными технологическими свойствами и физико-химическими характеристиками, которые определяют дальнейшее направление и возможности использования этих ингредиентов в производстве того или иного вида специализированных пищевых продуктов. Поскольку специализированные пищевые продукты практически всегда представляют собой многокомпонентные пищевые системы, готовых технологических решений по введению изолированных молочных белков в основное сырье почти не существует.

Например, в научной литературе встречается противоречивая информация о гидрофильных свойствах белков в зависимости от разных факторов, в частности, от температуры. С одной стороны известно, что после нагревания до 40 °С и выше нативная конформация белков может нарушаться в результате раскручивания полипептидных цепей. В итоге на поверхности оказываются гидрофобные участки, что ведет к снижению растворимости. Одновременно есть данные о том, что после температурной денатурации связывание воды может возрасти именно по той же причине – разворачивание полипептидных цепей и увеличение площади поверхности белковых частиц [8]. Из-за особенностей технологии получения, пищевые казеинаты представляют собой денатурированные в плане нативных физико-химических свойств, но не в

плане пищевой ценности, белки. Следовательно, условия ренатурации казеинатов, в частности их гидрофильные свойства, представляют интерес не только, с точки зрения научных исследований, но и с точки зрения практического применения.

Установленное в нормативной документации понятие «индекс растворимости» не является эквивалентом гидратируемости сухих ингредиентов [9]. Методика определения индекса растворимости основана на измерении объема нерастворившегося осадка в восстановленной пробе сухого продукта, но не характеризует динамику процесса. Растворимость же сухих ингредиентов зависит от дисперсности частиц, их смачиваемости и других свойств, которые в значительной степени влияют на параметры технологии. Следовательно, изучение отдельных этапов технологических процессов в системах с изолированными белками молока имеет определенную актуальность.

Объектом данного исследования выбран этап гидратации одной из разновидностей пищевого казеината, поскольку в производстве жидких продуктов энтерального питания диспергирование ингредиентов рецептуры в воде является необходимой стадией технологического процесса. В случае производства сухих продуктов энтерального питания их следует восстанавливать в воде перед употреблением.

Научная гипотеза включала предположение, что путем варьирования температуры гидратации и количества добавленного пищевого казеината будут определены оптимальные режимы диспергирования данного ингредиента в воде.

Цель работы – изучение влияния температурного фактора и концентрации пищевого казеината на скорость его гидратации.

Задачи работы включали:

- получение водных дисперсий с разным содержанием пищевого казеината в различных температурных условиях;
- математическая обработка и анализ экспериментальных данных.

Материалы и методы исследования

В работе использовали пищевой казеинат натрия отечественного производства (ООО «Тагрис»).

Предметами исследования служили водные дисперсии казеината натрия. Вариативные факторы: концентрация казеината натрия от 1 до 10% с шагом 1% и температурой диспергирования 40, 60 и 80°C. Контролируемый показатель – продолжительность растворения пищевого казеината.

Навески сухого пищевого казеината вносили при непрерывном помешивании в питьевую воду, предварительно подогретую до 40, 60 и 80 °C. Термостатирование образцов вели при этих же температурах, не прекращая помешивания, и продолжали до образования однород-

ной дисперсии без видимых комочков и хлопьев пищевого казеината.

В эксперименте принята 3–5-кратная повторность. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов программ Microsoft Excel и Statistica. Принятый уровень достоверности 95%.

Результаты

В заявленном производителем составе казеината натрия указана массовая доля белка 58,53%, жира и углеводов – 17,5% и 15,0% соответственно. Общее содержание сухих веществ было равно 94,3%.

Внешне ингредиент представлял собой белый рассыпчатый порошок с приятным молочным запахом. В процессе растворения не прилипал к стенкам посуды и шпателю, но комковался при погружении в воду. Начиная с концентрации 5% и выше в массе системы, придавал ей насыщенный молочный цвет. При перемешивании комочки разрушались. Важно отметить, что все исследованные системы не давали образования пены при непрерывном диспергировании.

В выбранном интервале варьирования казеината натрия от 1 до 10% по массе водной дисперсии наибольший диапазон колебаний приходился на массовую долю сухих веществ в системах и составлял 8,19%. Для сравнения диапазон колебаний белков составлял 5,26%, жиров и углеводов – 1,57 и 1,35% соответственно. С учетом этих данных показатели продолжительности растворения казеината натрия проанализированы в зависимости от массовой доли сухих веществ в водных дисперсиях.

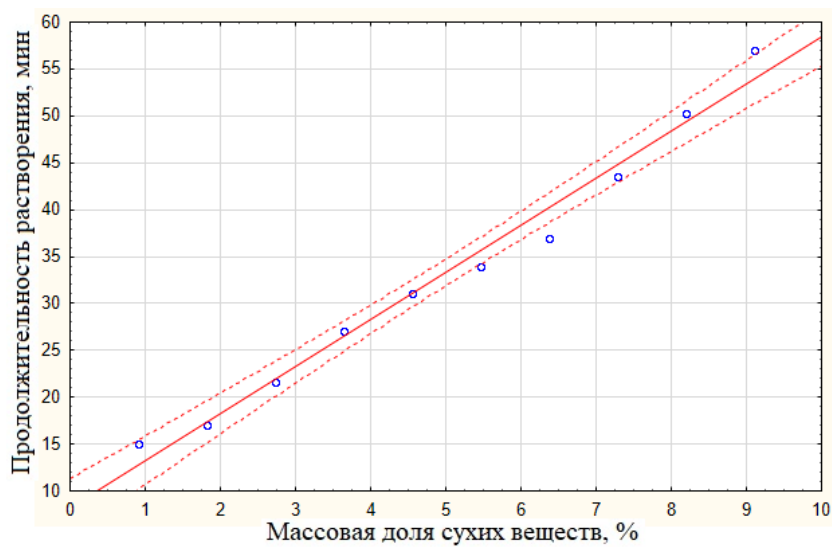
По полученным данным установлены линейные зависимости продолжительности растворения казеината натрия от общего содержания сухих веществ в системах при всех температурных режимах. Функциональные зависимости продолжительности растворения казеината натрия (τ) от массовой доли сухих веществ в водных дисперсиях (W_{CB}) при разных температурных режимах представлены в *таблице*. Величина коэффициентов корреляции указывает на очень высокую взаимосвязь между продолжительностью растворения казеината натрия и массовой долей сухих веществ в водных дисперсиях.

Таблица 1 – Сводные данные математической обработки продолжительности растворения казеината натрия

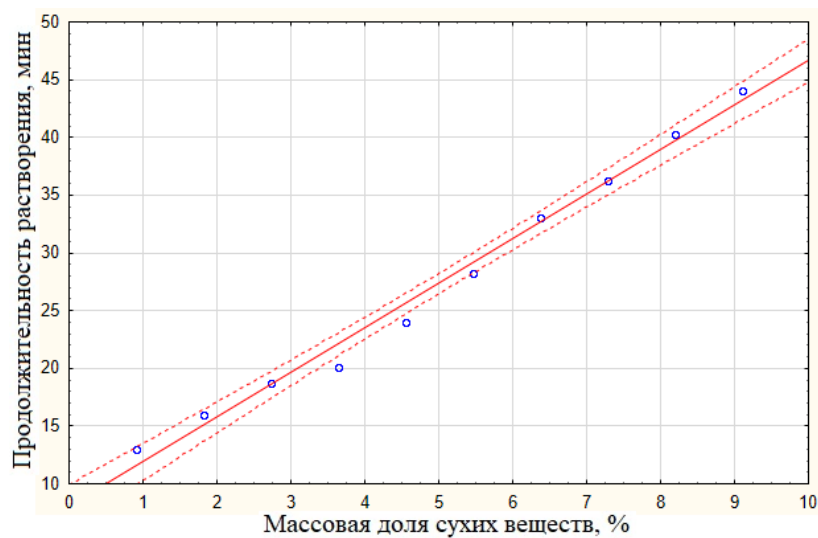
Температура диспергирования, °С	Уравнение зависимости	Предельные значения продолжительности растворения, мин		Коэффициент корреляции
		T_{min}	T_{max}	
40	$\tau = 8,25 + 5,01 \cdot W_{CB}$	12,81	53,86	0,991
60	$\tau = 8,02 + 3,86 \cdot W_{CB}$	10,82	43,17	0,994
80	$\tau = 4,20 + 4,01 \cdot W_{CB}$	7,85	40,69	0,992

Анализируя предельные значения продолжительности растворения (таблица 1) очевидно, что при более высокой температуре скорость растворения пищевого казеината возросла, а, следовательно, продолжительность процесса уменьшалась. Так, при минимальном содержании казеината натрия в дисперсии 1% расчетная продолжительность растворения ингредиента при 40 °С составляла $(12,81 \pm 0,64)$ мин и $(13,9 \pm 0,69)$ мин – экспериментально установленная, а при 80 °С расчетная продолжительность растворения ингредиента достигала $(7,85 \pm 0,39)$ мин и $(8,80 \pm 0,43)$ мин – экспериментально установленное значение соответственно.

Диаграммы рассеяния зависимостей длительности растворения от концентрации сухих веществ представлены на рисунке 1.



а



б

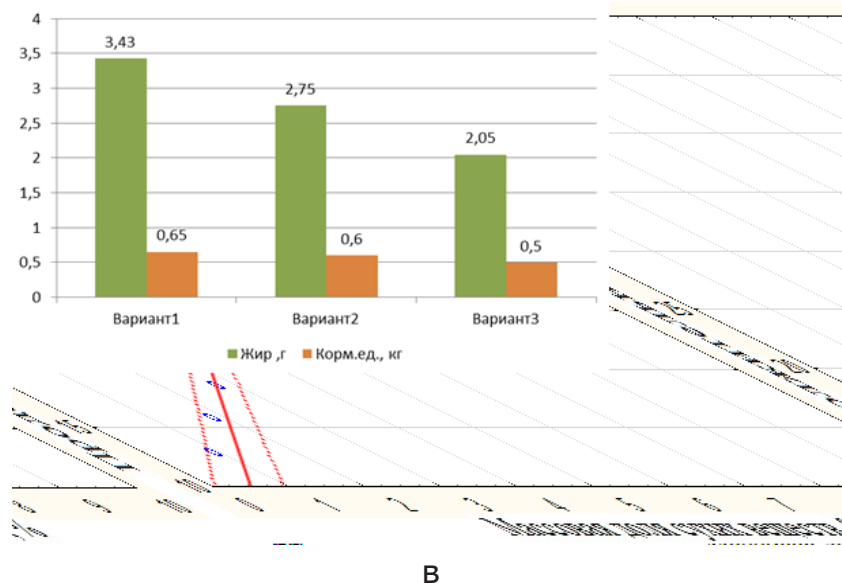


Рисунок 1 – Диаграммы рассеяния продолжительности растворения казеината натрия: а – при 40 °С, б – при 60 °С, в – при 80 °С

Обсуждение

Процесс растворения сухих ингредиентов из молочного сырья проходит через несколько стадий, каждая из которых имеет определенную протяженность во времени. В классическом представлении начало процесса, называемое «набухание», заключается в диффузии молекул растворителя в поры и полости агрегированных частиц сухого ингредиента. По мере набухания объем растворяемых частиц увеличивается и расстояние между их макромолекулами возрастает настолько, что молекулы биополимеров начинают отделяться друг от друга и переходить в область растворителя. Завершается процесс растворения равномерным распределением молекул полимера по всему объему системы [8].

Такое упрощение процесса растворения сухих молочных ингредиентов, даже в двухкомпонентных системах, дает лишь представление о фазовых переходах. Однако определить стандартные кинетические характеристики систем с ингредиентами из молочного сырья на отдельных этапах растворения можно только эмпирическим путем, потому что динамика растворения молекул биополимеров, в данном случае белков молока, не подчиняется правилу Вант-Гоффа и закону Аррениуса.

С точки зрения технологии, физико-химические показатели и свойства различных изолированных молочных белков варьируются в широком диапазоне [10]. В частности, растворимость, смачиваемость, диспергируемость, вспениваемость, эмульгируемость, термостойкость и другие характеристики пищевых казеинатов отличаются в зависимости от способа их получения [11, 12]. Кроме того, специализированные пищевые продукты практически всегда представляют собой многокомпонентные дисперсные системы, в которых большое влияние на каж-

дый ингредиент оказывает окружение. Следовательно, почти не существует готовых технологических решений по введению изолированных молочных белков в основное сырье. В ряде исследований и некоторых технологических инструкциях производителей сухих ингредиентов из молочных белков указана возможность растворения казеината при $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ [13]. В условиях данного эксперимента гидратация казеината натрия также была осуществима при 40°C . Однако только при его концентрации 1 и 2% продолжительность растворения была приемлемой для подготовки смеси при восстановлении дома или в стационаре и составляла 15 и 17 минут соответственно. При более высоком содержании данного казеината в составе смеси процесс значительно удлинялся и при массовой доле ингредиента 10% достигал 57 минут. Сокращение процесса растворения достигнуто при 80°C , но и в этом случае расчетная продолжительность растворения максимальной концентрации казеината натрия была значительной и составляла $(40,69 \pm 2,03)$ минут и $(41,5 \pm 1,1)$ минут, определяемая экспериментальным путем.

Заключение

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы.

Использование в производстве сухих продуктов энтерального питания данного казеината натрия нежелательно, поскольку при температуре 40°C , приемлемой для подготовки смеси к употреблению дома или в стационаре, даже при концентрации ингредиента 1 и 2% продолжительность его растворения составляла соответственно $(13,9 \pm 0,69)$ и $(16,5 \pm 0,82)$ минут.

При 80°C было достигнуто сокращение процесса растворения до $(8,80 \pm 0,43)$ минут при минимальной концентрации данного казеината натрия и до $(41,5 \pm 2,08)$ минут – при максимальной концентрации. Такой температурный режим применим в технологии производства жидкой формы продуктов энтерального питания и может быть совмещен с процессом пастеризации смеси.

Большим преимуществом данного казеината натрия при промышленном производстве специализированной пищевой продукции будут его незначительные пенообразующие свойства, что важно для стабильной работы оборудования.

Новизна данных исследований включает получение функциональных зависимостей продолжительности растворения в воде казеината натрия от массовой доли сухих веществ и температуры, а также обоснование потенциальной возможности использования данного казеината натрия в производстве жидких продуктов энтерального питания.

Материал подготовлен в рамках государственного задания FGMP-2025-0011.

Литература:

1. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 027/2012. Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии № 34 от 15 июня 2012 г.
2. Юрова, Е.А. Молоко как основа для производства специализированных продуктов питания с улучшенными нутритивными свойствами / Е.А. Юрова, С.А. Фильчакова, Н.В. Ананьева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2022. – №. 5 (182). – С. 206–215.
3. Новокшанова, А.Л. Влияние потребления молочной продукции на организм человека. Взгляд эксперта-нутрициолога // Современные тренды в производстве, потреблении и контроле сыра, масла и другой молочной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Углич, 2024. – С. 181–187.
4. Кобелькова, И.В. Специализированные пищевые продукты для питания спортсменов на основе белков молочной сыворотки / И.В. Кобелькова, М.М. Коростелева, М.С. Кобелькова // Спортивная медицина: наука и практика. – 2021. – № 11 (4). – С. 49–56.
5. Перспективы использования сывороточного изолята в технологии сухих смесей для специализированного питания / Т.А. Сенотрусова, Т.А. Ершова, Н.Г. Ли [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 4. – С. 125–134.
6. Weimann A., Braga M., Carli F., Higashiguchi T., Hübner M., Klek S., Laviano A., Ljungqvist O., Lobo D. N., Martindale R., Waitzberg D. L., Bischoff S.C., Singer P. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*, 2017, no. 36(3), pp. 623-650. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.02.013. Epub 2017 Mar 7. PMID: 28385477.
7. ГОСТ 35004-2023 Продукты пищевые энтерального питания базовые. – М.: Институт стандартизации, 2023. – 21 с.
8. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел. – Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С. А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 850 с.
9. ГОСТ 33920-2016 Казеинаты пищевые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2022. – 12 с.
10. Рожков, С.П. Фазовые свойства белковых растворов и денатурация белка / С.П. Рожков, А.С. Горюнов // Труды Карельского научного центра РАН. – № 6. 2019. С. 5-15. DOI: 10.17076/eb1031.
11. Deshmukh U., Arora S., Kathuria D., Singh A. K., Hussain S. A., Singh R. Influence of variation in calcium content on casein micelle stability and techno-functional properties of buffalo milk. *International Journal of*

Dairy Technology, 2023, no. 76, pp. 533-543. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12962> (In English) – Text electronic

12. Kumar S. M. H., Sabikhi L., Lamba H. Emulsification properties of sodium caseinate-based conjugates with selected polysaccharides. *International Journal of Dairy Technology*, 2021, no. 74, pp. 44-51. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12713> (In English) – Text electronic

13. Казеинат натрия пищевой 88% белка от производителя. – URL: <https://agrosver.ru/>

References:

1. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 027/2012 «O bezopasnosti ot del'nykh vidov spetsializirovannoy pishchevoy produktsii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya». Prinyat Resheniem Soveta Evraziyskoy ekonomicheskoy komissii № 34 ot 15 iyunya 2012 g. [Technical Regulations of the Customs Union CTR 027/2012 «On the Safety of Certain Types of Specialized Food Products, Including Dietary Therapeutic and Diet and Preventive Nutrition». Adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission, No. 34, Dated June 15, 2012]. (In Russian) – Text direct

2. Yurova E. A., Fil`chakova S. A., Anan`eva N. V. Milk as a basis for the production of specialized food products with improved nutritional properties. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2022, no. 5 (182), pp. 206-215. (In Russian) – Text direct

3. Novokshanova A. L. The impact of dairy product consumption on the human body. An expert nutritionist's view. *Sovremennye trendy v proizvodstve, potreblenii i kontrole syra, masla i drugoy molochnoy produktsii. Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Trends in the Production, Consumption and Control of Cheese, Butter and Other Dairy Products. Proceedings of the International Research-to-Practice Conference]. Uglich, 2024, pp. 181-187. (In Russian) – Text direct

4. Kobel`kova I. V., Korosteleva M. M., Kobel`kova M. S. Specialized food products for nutrition of athletes based on whey proteins. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine: Science and Practice], 2021, no. 11 (4), pp. 49-56. (In Russian) – Text direct

5. Senotrusova T. A., Ershova T. A., Li N. G., Lyakh V. A., Medvedev G. V. Prospects for the use of whey isolate in the technology of dry mixes for specialized nutrition. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2023, no. 4, pp. 125-134. (In Russian) – Text direct

6. Weimann A., Braga M., Carli F., Higashiguchi T., Hübner M., Klek

S., Laviano A., Ljungqvist O., Lobo D. N., Martindale R., Waitzberg D. L., Bischoff S.C., Singer P. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*, 2017, no. 36(3), pp. 623-650. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.02.013. Epub 2017 Mar 7. PMID: 28385477.

7. GOST 35004-2023 Produkty pishchevye enteral'nogo pitaniya bazovye [State Standard 35004-2023 Basic Enteral Food Products]. Moscow, the Federal State Budgetary Institution the Institute of Standardization Publ., 2023. 21 p. (In Russian) – Text direct

8. Tepel A. Khimiya i fizika moloka [Chemistry and Physics of Milk]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2012. 850 p. (In Russian) – Text direct

9. GOST 33920—2016 Kazeinaty pishchevye. Tekhnicheskie usloviya [State Standard 33920—2016 Food Caseinates. Technical Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2022. 12 p. (In Russian) – Text direct

10. Rozhkov S. P., Goryunov A. S. Phase properties of protein solutions and protein denaturation. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*, 2019, no. 6, pp. 5-15. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.17076/eb1031

11. Deshmukh U., Arora S., Kathuria D., Singh A. K., Hussain S. A., Singh R. Influence of variation in calcium content on casein micelle stability and techno-functional properties of buffalo milk. *International Journal of Dairy Technology*, 2023, no. 76, pp. 533-543. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12962> (In English) – Text electronic

12. Kumar S. M. H., Sabikhi L., Lamba H. Emulsification properties of sodium caseinate-based conjugates with selected polysaccharides. *International Journal of Dairy Technology*, 2021, no. 74, pp. 44-51. Available at: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12713> (In English) – Text electronic

13. Kazeinat natriya pishchevoy 88 % belka ot proizvoditelya [The 88% Protein Food-Grade Sodium Caseinate from Manufacturer]. Available at: <https://agroserver.ru/> (In Russian) – Text electronic

The role of the temperature factor in hydration of food caseinate

Novokshanova Alla L'vovna, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, a leading research worker

e-mail: novokshanova@ion.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Keywords: specialized food products, enteral food products, proteins, food caseinate, sodium caseinate, dissolution time.

Abstract. A widely accepted direction in developing formulas of specialized food products, in particular enteral food products, is the introduction of proteins with a high amino acid value, such as dairy proteins, into their formulations. The basis is not only the high nutrition value of the proteins, but also their good digestibility. In the production of liquid enteral food products, the dispersion of the formulation ingredients in water is a necessary stage of the technological process. In the case of the production of dry enteral food products, they should be reconstituted in water before use. The object of the study was the stage of hydration of sodium caseinate with a protein mass fraction of 58.53% (Russia). The aim of the work was to study the effect of the temperature factor and the concentration of sodium caseinate on the rate of its hydration. The objectives of the research included obtaining aqueous dispersions with different contents of sodium caseinate under various temperature conditions, mathematical processing, and analysis of experimental data. The objects of the study were aqueous dispersions of sodium caseinate. Variable factors were the sodium caseinate concentration from 1 to 10% in increments of 1% and dispersion temperature of 40, 60 and 80 °C. Controlled parameter was the duration of food caseinate dissolution. Under the conditions of the experiment, sodium caseinate hydration was feasible at 40 °C. However, only at the ingredient concentration of 1 and 2% the dissolution duration was acceptable for preparing the mixture for reconstitution at home or in hospital and was 15 and 17 minutes, respectively. At higher sodium caseinate content in the mixture, the process was significantly lengthened and at the ingredient mass fraction of 10% it reached 57 minutes. The dissolution time was reduced at 80 °C. Such temperature conditions are applicable in the technology of production of liquid enteral food products and can be combined with the process of mixture pasteurization.

Особенности формирования показателей качества продуктов маслоделия, произведенных из сливок, подверженных ферментативному гидролизу

Топникова Елена Васильевна, заместитель директора по научной работе, доктор технических наук

e-mail: e.topnikova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

Никитина Юлия Владимировна, младший научный сотрудник

e-mail: yu.nikitina@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

Овчинникова Елена Григорьевна, инженер-исследователь отдела физико-химических и биохимических исследований

e-mail: e.ovchinnikova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

Муничева Татьяна Эдуардовна, ведущий инженер отдела физико-химических и биохимических исследований

e-mail: t.municheva@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

Ключевые слова: сливки, лактоза, β -галактозидаза, условия гидролиза, степень гидролиза, сливочное масло, масляные пасты

Аннотация. Ферментативный гидролиз лактозы рассматривают как эффективный способ получения низколактозных и безлактозных молочных продуктов. Данный технологический прием применим при производстве как сливочного масла разной жирности, так и масляных паст, получаемых из ферментированных сливок. В статье приводятся результаты оценки гидролиза лактозы в пастеризованных сливках-сырье при разных дозах внесения фермента β -галактозидазы, полученные в условиях температурного диапазона, применяемого при созревании и промежуточном резервировании сливок перед выработкой продуктов маслоделия. Результаты приведены на примере сливок с массовой долей жира (40 ± 2)%; в качестве фермента использовали β -галактозидазу в жидкой форме активностью 20000 ед./мл, доза которой колебалась в диапазоне от 0,04 до 0,31%. В сливках оценивали массовую долю лактозы до и после гидролиза, определяли степень гидролиза. Результаты исследований показали, что выбор дозы фермента предопределяется условиями ферментирования сливок (температура и продолжительность), а также заданным уровнем степени гидролиза лактозы в них. Получены математические зависимости дозы фермента для температурных режимов (5 ± 1) °С и (10 ± 1) °С, обеспечивающих достижение степени гидролиза лактозы в сливках 80% и 100%. Полученные из таких сливок масляные пасты и сливочное масло имели высокие показатели качества и безопасности, их отличительной характеристикой являлась выраженность сладковатого привкуса.

Введение

Применение биотехнологических приемов обработки молочного сырья широко интегрировано в производство многих ферментированных продуктов. В технологию же продуктов маслоделия они практически не вовлечены, за исключением производства кисломолочных масла и масляных паст. При их изготовлении в сливки вносят молочнокислую микрофлору, под влиянием целого ряда экзоферментов которой происходит частичная трансформация углеводной части сливок с последующим формированием оригинального вкусового букета и физико-химических показателей этих продуктов [1]. Внесение ферментов как важных элементов биотехнологии в маслоделии ранее не применялось. В настоящее время возникла необходимость использования отдельных ферментов в качестве функционально необходимых компонентов при получении таких разновидностей продуктов маслоделия, как безлактозные и низколактозные [2]. Данная потребность обусловлена тем, что в настоящее время формируется новый ассортимент продуктов для лиц, имеющих лактазную недостаточность и непереносимость лактозы. Эта группа потребителей ориентирована на

формирование своей персонифицированной потребительской корзины, куда включаются только те продукты, которые не содержат лактозу и, следовательно, не способны оказывать негативное воздействие на функции организма.

Известно, что при попадании в организм человека, страдающего непереносимостью лактозы или лактазной недостаточностью, этот пищевой компонент приводит к отдельным патологическим процессам кишечника, что может проявляться в любом возрасте, особенно – детском. Лактазная недостаточность, или гиполактазия, характеризуется снижением активности лактазы слизистой оболочки тонкой кишки, а непереносимость лактозы проявляется как тяжелая ее форма – алактазия, в результате которой вскоре после приёма молока и молочных продуктов у человека неизбежно появляется ощущение дискомфорта, вздутия и урчания в животе с выраженным метеоризмом, также могут беспокоить кишечные колики [3].

При вторичной лактазной недостаточности, которая возникает при повреждении клеток тонкого кишечника (вследствие, например, пищевой аллергии, целиакии, лямблиоза, энтерита или перенесенной кишечной инфекции), степень снижения активности лактазы у пациента тесно коррелирует со степенью атрофии ворсинок и выраженностью воспаления слизистой оболочки тонкой кишки [4]. Симптомы лактазной недостаточности в этом случае наслаиваются на симптомы основного заболевания, что может затруднить ее диагностику, а при сопутствующих разного рода хронических заболеваниях могут изменять клинические проявления основной патологии [3].

Опасаясь указанной выше симптоматики, такие люди отказываются не только от молока традиционного состава, но и от продуктов маслоделия. В их составе лактоза, хоть и в небольшом количестве, но присутствует [5]. При этом они лишают себя важного источника биологически ценного молочного жира и содержащихся в нем жирорастворимых витаминов, стеролов и незаменимых жирных кислот, необходимых для правильного обеспечения различных функций организма [6].

В связи с этим интерес представляет разработка технологии продуктов маслоделия с редуцированным содержанием лактозы. Решение вопроса возможно за счет использования при производстве таких продуктов сливок, в которых лактоза гидролизована с помощью β -галактозидазы до простых сахаров – глюкозы и галактозы. Подготовленные таким образом сливки затем можно переработать в готовый продукт, применяя традиционные технологические операции, предусмотренные по технологии сбивания сливок средней жирности или преобразования высокожирных сливок.

Для проведения эффективного процесса гидролиза лактозы

целесообразно обосновать дозу внесения фермента, которая обеспечит необходимую степень гидролиза лактозы в сливках-сырье. Как известно, эффективность такого процесса зависит от массовой доли лактозы в ферментируемом сырье, вида фермента и его активности, и, безусловно, от условий ферментирования (доза фермента, pH среды, температура и продолжительность гидролиза) [7–13].

Ферментом, наиболее часто применяемым в практике гидролиза цельного и обезжиренного молока, пахты и сыворотки, а также питьевых сливок является β -галактозидаза, продуцентом которой являются дрожжи *Kluyveromyces lactis* [14–17]. В случае необходимости ферментирования сливок более высокой жирности, применяемых при производстве продуктов маслоделия, производители вынуждены использовать эмпирический путь, проводя множественное количество экспериментов для достижения желаемого результата по степени гидролиза. В связи с этим представляет интерес изучение динамики гидролиза в таких сливках с учетом допустимого варьирования температурно-временных диапазонов выдержки сливок при приемлемых для технологии сливочного масла и масляных паст режимах.

Основными факторами, влияющими на процесс гидролиза при прочих равных условиях является pH среды и температура ферментирования [2]. В технологии сладкосливочных продуктов маслоделия применяются сливки с pH в диапазоне 6,6–6,8 ед., что положительно влияет на процесс ферментирования лактозы β -галактозидазами, оптимум действия которых составляет 6,5–7,5 ед. pH. Температурный оптимум действия этого фермента лежит в диапазоне от 30 до 40 °С, что является неприемлемым для производства сладкосливочных продуктов маслоделия, поскольку даже небольшая выдержка сливок при этих температурах несет существенные микробиологические риски и ухудшением хранимоспособности готовых продуктов [18, 19, 20].

В связи с этим целью данной работы было определение оптимальных доз фермента для достижения степени гидролиза лактозы в сливках-сырье до 80–100% при разной выдержке при температурах 5–10 °С, применяемых в технологии продуктов маслоделия на стадии подготовки исходного сырья к переработке, и оценка качества получаемых из них продуктов маслоделия.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись сливки, соответствующие требованиям ГОСТ 34355 «Сливки сырье. Технические условия» массовой долей жира от 35 до 45% до и в течение их ферментирования β -галактозидазой (Biolactase L20 в жидкой форме, активностью 20000 ед./мл (производитель «Kerry Bio-Science», Ирландия)). Доза фермента варьировалась в диапазоне от 0,03 до 0,31%. Исходные сливки

получали сепарированием коровьего молока от сельхозпроизводителей Ярославской области (ООО «Бурмасово», Угличский район Ярославской области), подвергали пастеризации при температуре 85 °С в течение 15 мин., охлаждали до заданной температуры ферментирования (5±1 и 10±1 °С), добавляли фермент и выдерживали при заданной температуре с периодическим отбором проб для определения массовой доли лактозы в сливках и степени гидролиза. Выполнено 30 вариантов опытов, сочетающих различные дозы фермента и продолжительности выдержки сливок при заданных температурах. Максимальная продолжительность выдержки составляла 35 ч.

Массовую долю жира в сливках определяли по ГОСТ 5867, титруемую кислотность сливок – по ГОСТ 3624, рН сливок – по ГОСТ 32892.

Динамику изменения лактозы в сливках при ферментировании определяли методом капиллярного электрофореза с использованием прибора «Капель-150М» (ООО «Люмэкс», Россия). Степень гидролиза ДГ, %, рассчитывали по формуле:

$$\tilde{A} = 100 - \frac{\tilde{E}i\tilde{n}\tilde{o} \cdot 100}{\tilde{E}i\tilde{a}\tilde{z}}, \quad (1)$$

где Лост – остаточная массовая доля лактозы в сливках, определенная методом капиллярного электрофореза в контролируемой точке гидролиза, %;

Лнач – начальная массовая доля лактозы в сливках, %.

Органолептические показатели сливок до и после ферментирования оценивались группой аттестованных экспертов в количестве 5 человек по основным характеристикам вкуса и запаха, цвета и консистенции с максимальной оценкой за вкус и запах 5 баллов (при характеристике: чистый, сливочный, с привкусом пастеризации, характерный для сливок); за консистенцию 3 балла (при характеристике: однородная, гомогенная, без комочков жира и свободного жира на поверхности), за цвет 2 балла (при характеристике от светло желтого до слегка кремового, однородный по всему объему).

Обработку экспериментальных данных по гидролизу лактозы и построение модели зависимости дозы фермента от продолжительности ферментирования проводили методом регрессионного анализа с использованием программ Microsoft Excel.

Из сырья с редуцированным содержанием лактозы вырабатывали продукты маслоделия (сливочное масло массовой долей жира 82,5% и масляную пасту массовой долей жира 45,0%). Выработки проводили на экспериментальном стенде ВНИИМС методом преобразования

высокожирных сливок с использованием цилиндрического маслообразователя производительностью до 25 кг/ч. В полученных продуктах определяли органолептические показатели по ГОСТ 33632, термоустойчивость – по ГОСТ Р 52253, твердость – по ГОСТ 32189 при температуре продукта – $(10 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Восстанавливаемость их структуры и вытекание жидкого жира определяли по методикам, описанным в [21]. Кислотность продуктов, их жировой фазы и молочной плазмы определяли по ГОСТ Р 55361.

Результаты и обсуждение

Исследования по гидролизу сливок

Органолептическая оценка вкуса и запаха исходных сливок составила 4,5–5,0 баллов. Сливки имели чистый сливочный вкус и привкус пастеризации разной выраженности, с легким сладковатым привкусом, что соответствовало требованиям ГОСТ 34355. По консистенции и цвету сливки отвечали установленным требованиям без обнаружения отклонений (оценка 3 и 2 балла, соответственно). Массовая доля лактозы в исходных сливках составила $(3,1 \pm 0,3) \%$. Титруемая кислотность исходных сливок находилась в пределах 12–15 $^\circ\text{T}$, pH – от 6,68 до 6,82 ед.

В процессе ферментирования сливки приобретали сладковатость, которая усиливалась по мере снижения массовой доли лактозы и повышения степени гидролиза. Такой результат ожидаем в связи с накоплением продуктов ферментативного гидролиза лактозы, обладающих большей сладостью: сладость лактозы относительно сладости сахарозы составляет 20 единиц, а сладость глюкозы и галактозы – 70 и 30 единиц соответственно. Оценка за вкус и запах сливок в разных точках отбора проб составляла от 4,5 до 5,0 баллов. Изменений в других органолептических показателях не установлено. Оценка за консистенцию составила, как и в исходных сливках, 3 балла, за цвет – 2 балла. Титруемая кислотность практически осталась на начальном уровне 12–16 $^\circ\text{T}$, значения pH колебались в диапазоне от 6,60 до 6,82 ед.

Полученные данные органолептических и физико-химических исследований указывают на то, что в процессе ферментативного гидролиза лактозы в течение выбранного временного интервала не происходили изменения, связанные с трансформацией водной фазы сливок.

Изучение динамики изменения массовой доли лактозы в сливках показало, что в процессе ферментативного гидролиза зависимость остаточного количества лактозы и степени ее гидролиза при обоих температурных режимах при разных дозах фермента и разной продолжительности выдержки сливок описывается уравнением вида

$y = a \cdot \ln(x) + b$ с высоким уровнем аппроксимации (0,87–1,0). Динамика изменения лактозы носит обратный характер, т. е. снижения при увеличении времени выдерживания сливок, а динамика изменения степени гидролиза – прямой характер. Больше влияние на процесс гидролиза в исследованном диапазоне температур оказывает доза внесенного фермента [22].

Обработка массива экспериментальных данных по динамике изменения остаточного количества лактозы и степени ее гидролиза в разные промежутки времени позволила построить математические модели зависимости дозы фермента от продолжительности выдержки сливок при разных температурах для достижения уровня 80–100% гидролиза. Графическое их изображение для использованного в эксперименте фермента приведено на *рисунке 1*.

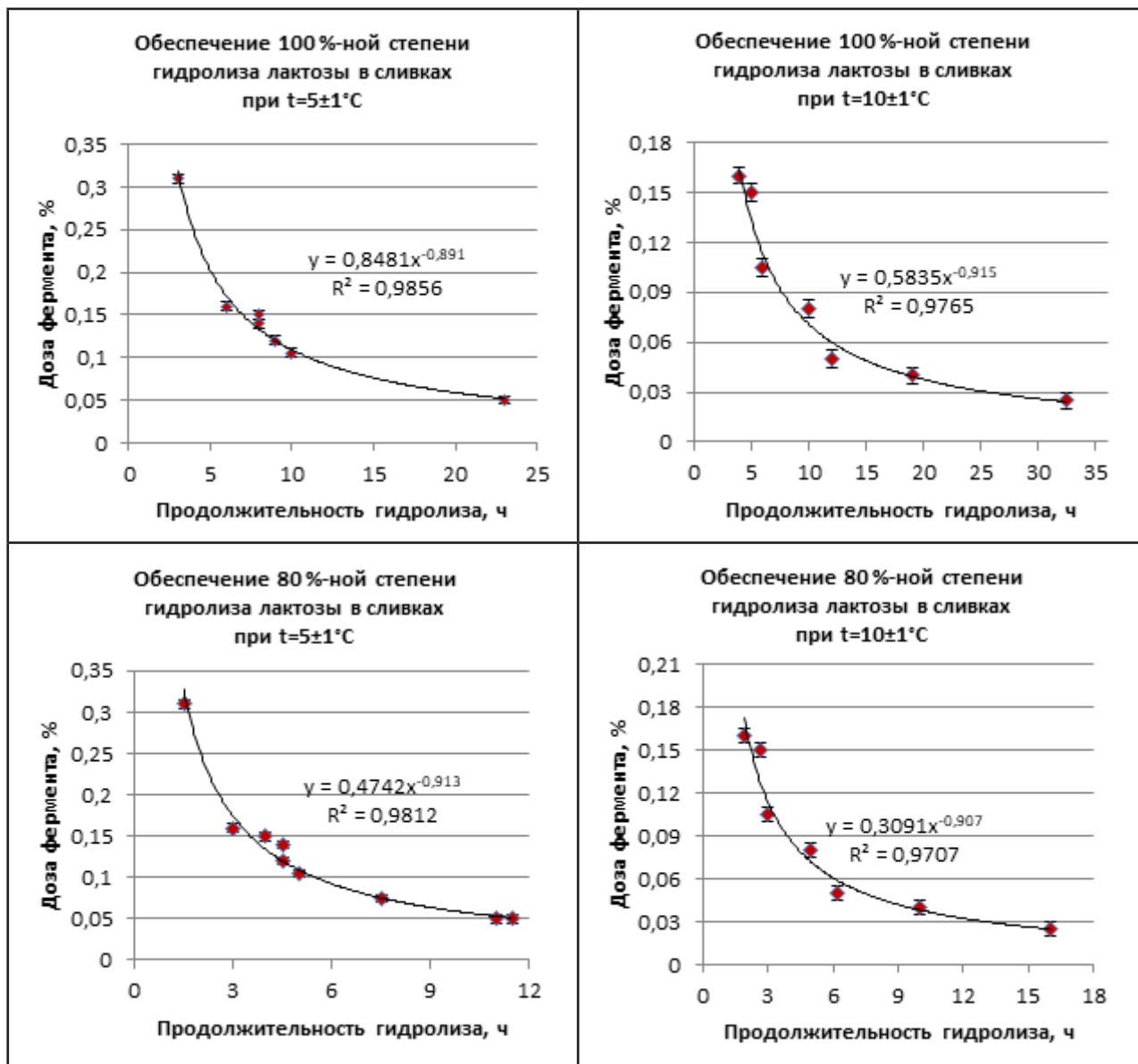


Рисунок 1 – Зависимости дозы внесения фермента от времени гидролиза сливок при разных температурах для обеспечения степени гидролиза 80 и 100%

Использование данных зависимостей позволяет производителю безлактозного и низколактозного продукта оперативно рассчитать дозу внесения фермента с учетом заданных температурно-временных параметров выдержки сливок до достижения необходимой степени гидролиза на уровне 80% (пригодной для производства продукта маслоделия с редуцированным содержанием лактозы) и 100% (пригодной для производства безлактозного продукта маслоделия). Полученные зависимости имеют высокий уровень корреляции (0,971–0,986), что обеспечивает сходимость результатов математической модели с фактическими экспериментальными значениями показателей.

Исследованиями установлено, что более высокая степень гидролиза лактозы в сливках обеспечивается при одновременном увеличении дозы фермента и выдержки сливок при заданных температурах ферментирования.

Исследования по оценке качества продуктов маслоделия из гидролизованных сливок

Масло сладкосливочное м.д.ж. 82,5% было выработано с использованием исходных сливок массовой долей жира 35% (м.д. лактозы составила 3,4%). Ферментирование сливок проводили при дозе фермента 0,1%. Выдержка сливок при температуре 5 °С – в течение 12 часов.

Выработанное масло характеризовалось сладковатым чистым сливочным вкусом и запахом с выраженным привкусом пастеризации с еле заметным сладковатым привкусом; балльная оценка за вкус и запах составила 9,5 балла. Кислотность масла – 1,8 °К, кислотность жира – 1,4 °К; титруемая кислотность плазмы – 15,0 °Т.

Исследование остаточного количества лактозы в молочной плазме масла, определенное методом капиллярного электрофореза, показало отсутствие пика лактозы на электрофореграмме. Дополнительные исследования плазмы, проведенные методом ВЭЖХ МС по ГОСТ Р 54760, показали, что значение показателя в молочной плазме масла было ниже 0,05 г/кг, что в пересчете на готовый продукт составляет менее 0,0875 г/кг. Приведенные данные позволяют присвоить выработанному сливочному маслу статус «безлактозного», в котором массовая доля лактозы должна составлять не более 0,1 г/кг.

Масляная паста м.д.ж. 45,0% была выработана из сливок массовой долей жира 40% (м.д. лактозы 2,9 %), ферментированных в течение 17 часов при температуре 5 °С при дозе фермента 0,06%. Выработанный продукт характеризовался следующими органолептическими показателями: вкус сливочный, чистый с привкусом пастеризации, недостаточно выраженный сливочный с выраженным сладковатым

привкусом, присущим безлактозным продуктам, вырабатываемым с применением ферментативного гидролиза лактозы. Оценка за вкус и запах – 8,6 баллов.

Кислотность масляной пасты – 1,6 °К, кислотность жира – 1,3 °К; титруемая кислотность плазмы 14,5 °Т. В плазме готового продукта лактоза не обнаруживалась (пик на электрофореграмме отсутствовал), что также позволяет отнести полученную масляную пасту к «безлактозным» продуктам.

Структурно-механические характеристики полученных сливочного масла и масляной пасты представлены на *рисунке 2*.

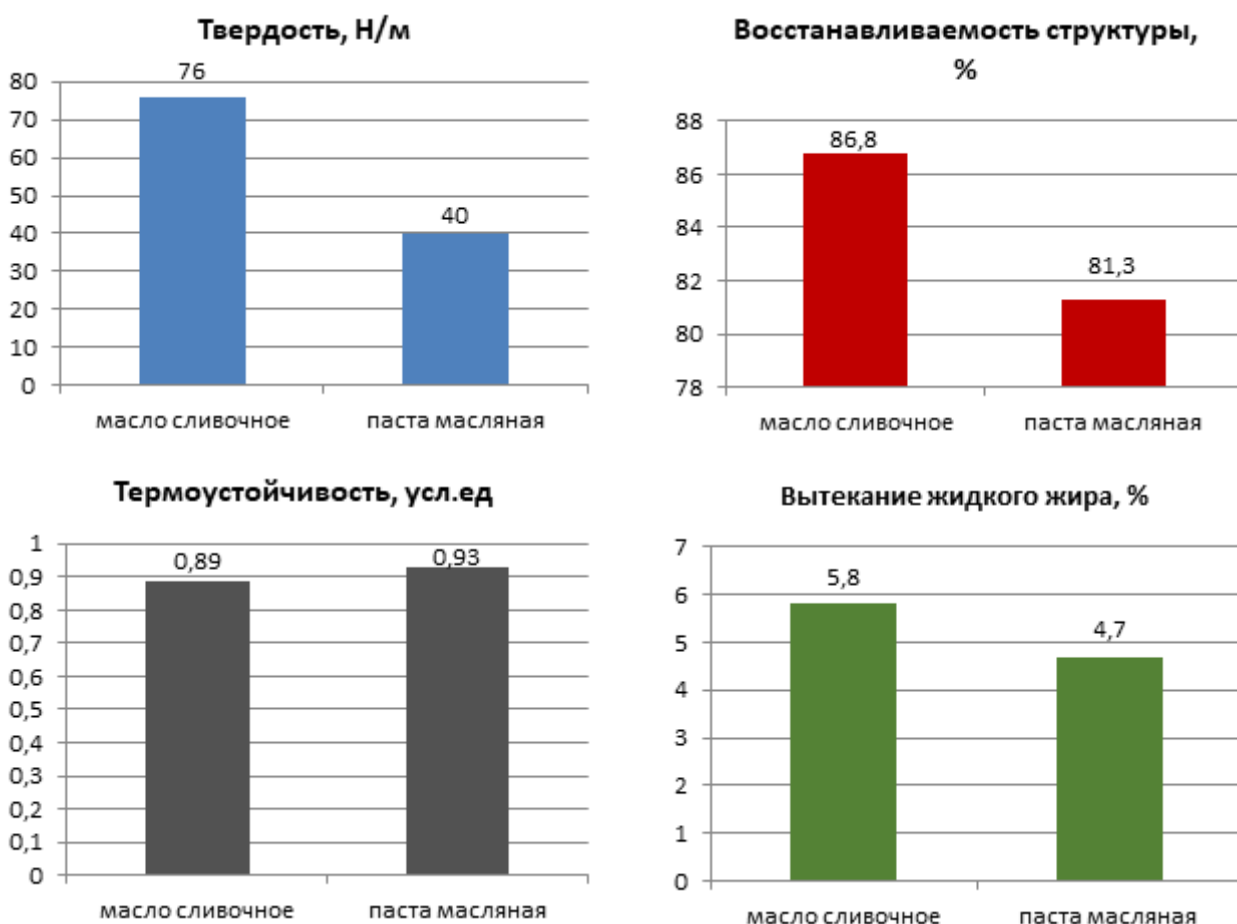


Рисунок 2 – Структурно-механические характеристики масла сливочного и масляной пасты, выработанных из ферментированных лактазой сливок

Из представленных данных следует, что выработанные продукты маслоделия имели характерные для этих видов продуктов структурно-механические показатели.

Масляная паста характеризовалась более низкими показателями твердости, восстанавливаемости структуры и вытекания жидкого жира, что вполне объяснимо, учитывая пониженное содержание жира в данном продукте против сливочного масла.

Термоустойчивость обоих продуктов была достаточно высокой, тем не менее, масляной пасте присущ более высокий ее показатель за счет большего количества в составе СОМО, а также – присутствия стабилизатора, которые усиливают прочность структуры продукта.

Результатами этих предварительных исследований установлена возможность получения безлактозных продуктов маслоделия при оптимальных дозах и продолжительности процесса гидролиза сливок, Свежевыработанные образцы продуктов имели хорошие органолептические показатели, характеризовались сливочным вкусом разной выраженности с привкусом пастеризации и сладковатым привкусом. Их структурно-механические характеристики типичны для сливочного масла и масляных паст. Физико-химические показатели соответствовали требованиям, установленным в ТР ТС 033/2013 для исследуемых групп продуктов.

Заключение

По итогам исследования определены оптимальные дозы фермента β -галактозидаза, способные обеспечить степень гидролиза лактозы в сливках-сырье до 80–100% в условиях различной продолжительности процесса при температурах 5–10 °С.

Проведена оценка качества продуктов маслоделия, полученных из сливок, ферментированных лактазой. Обнаружено, что при включении в технологический процесс производства такой операции, как гидролиз лактозы, структурно-механические показатели продуктов находятся на уровне показателей аналогичных продуктов маслоделия, выработанных по традиционной технологии. Это позволяет беспрепятственно вырабатывать низколактозные и безлактозные продукты маслоделия с характерными для сливочного масла структурными характеристиками.

Благодарность

Исследование выполнено в рамках Госзадания по теме № FGUS-2024-0008.

Литература:

1. Роль бактериальных культур на формирование вкусоароматических свойств кисломолочного масла / О.В. Боднарчук, Н.Ф. Кигель, Я.Ф. Жукова, Г.О. Ерьсько // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 4. – С. 21–30.

2. Тихомирова, Н.А. Характеристика ферментных препаратов для низколактозных продуктов / Н.А. Тихомирова, Б.Т. Нгуен // Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения: сборник тезисов Всероссийской с международным участием онлайн-конференции. Кемеровский государственный университет. – Кемерово,

2020. – С. 159–160.

3. Корниенко, Е.А. Лактазная недостаточность у детей раннего возраста / Е.А. Корниенко, Н.И. Митрофанова, Л.В. Ларченкова // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 4. – С. 82–86.

4. Gupta S. K., Chong S. K. F., Fitzgerald J. F. Disaccharidase activities in children: normal values and comparison based on symptoms and histologic changes. *Nutrition Infantile*, 2004, no. 4, pp. 12-18. (In English) – Text direct

5. Химический состав пищевых продуктов / под ред. И.М Скурихина, М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

6. Александрина, Е.В. Сливочное масло и его состав / Е.В. Александрина, О.П. Неверова // Молодежь и наука. – 2019. – № 1. С. 34–38.

7. Харитоновна, Т.В. Биохимические параметры ферментативного гидролиза лактозы / Т.В. Харитоновна // Молодежная наука: инновации и технологии: сборник материалов II региональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Великий Новгород, 2023. – С. 285–290.

8. Каледина, М.В. Влияние температуры на гидролиз лактозы молочной сыворотки ферментом Nola fit / М.В. Каледина, Д.А. Литовкина // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – Белгород, 2023. – С. 310–311.

9. Калинина, Е.Д. Исследование влияния массовой доли β-галактозидазы и продолжительности процесса на гидролиз лактозы молока / Е.Д. Калинина, А.В. Гаврилов, Р.А. Филонов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. – № 2 (165). – С. 98–103.

10. Скрипнюк, А.А. Исследование гидролизующей активности комбинированного ферментного препарата β-галактозидазы / А.А. Скрипнюк, С.А. Рябцева, А.А. Мартак // Современные достижения биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела: материалы V Международной научно-практической конференции. Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь, 2015. – С. 352–354.

11. Блиадзе, В.Г. Сравнительная оценка ферментных препаратов β-галактозидаз / В.Г. Блиадзе, Ю.И. Крысанова, Д.Н. Калугина // Пищевая промышленность. – 2023. – № 8. – С. 101–106.

12. Бессонова, О.В. Исследование гидролиза лактозы в молоке с использованием фермента «Maxilact» / О.В. Бессонова, Д.С. Рябкова //

Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2011. – №1 (1). – С. 81–84.

13. Эффективность применения β -галактозидазы для гидролиза лактозы молочной сыворотки / Е.В. Скворцов, Ю.А. Морозова, Л.К. Букуру [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 288–291.

14. Поротова, Е.Ю. Исследование закономерностей ферментативного гидролиза лактозы во вторичном сырье / Е.Ю. Поротова, А.Г. Храмцов, А.Д. Лодыгин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. – № 3 (166). – С. 36–41.

15. Гаврилов, В.Г. Разработка и исследование технологии производства безлактозного молока: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / В.Г. Гаврилов; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2014. – 19 с.

16. Гидролиз лактозы при совместном действии фермента и пробиотических микроорганизмов / Н.С. Родионова, Т.А. Разинкова, Е.С. Попов [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 10. – С. 36–37.

17. Добриян, Е.И. Получение функциональных продуктов на основе ферментативного гидролиза лактозы / Е.И. Добриян, А.М. Ильина, А.И. Горлова // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 36–37.

18. Свириденко, Г.М. Оценка микробиологических рисков в сливках как сырье для маслоделия / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.В. Иванова // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4. – № 4. – С. 259–268.

19. Влияние методов производства масла на микробиологические риски, связанные с БГКП / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.В. Иванова, О.И. Смирнова // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 4. – С. 42–44.

20. Влияние споровых микроорганизмов на качество сырья для производства продуктов маслоделия / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.В. Иванова, О.И. Смирнова // Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства: сборник материалов МНПК. – Углич, 2021. – С. 213–219.

21. Пирогова, Е.Н. Изучение возможности применения масла, выработанного методом преобразования высокожирных сливок, при изготовлении слоеных изделий / Е.Н. Пирогова, Е.В. Топникова, Е.С. Данилова // Пищевые системы. – 2024. – Т. 7. – № 1. – С. 157–164.

22. Исследование закономерностей гидролиза лактозы в сливках – сырье для производства безлактозных и низколактозных продуктов маслоделия / Е.В. Топникова, Ю.В. Никитина, Е.Г. Овчинникова, И.Т. Смыков // Пищевая промышленность. – 2025. – № 4. – С. 135–139.

References:

1. Bodnarchuk O. V., Kigel` N. F., Zhukova Ya. F., Eres`ko G. O. The role of bacterial cultures in the formation of flavor and aroma properties of sour cream butter. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»* [Scientific Journal of the ITMO National Scientific University. Processes and Food Production Equipment], 2014, no. 4, pp. 21-30. (In Russian) – Text direct
2. Tikhomirova N. A., Nguen B. T. Characteristics of enzyme preparations for low-lactose products. *Sovremennaya biotekhnologiya: aktual'nye voprosy, innovatsii i dostizheniya: Sbornik tezisov Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem onlayn-konferentsii, Kemerovo, 21 oktyabrya 2020* [Modern Biotechnology: Topical Issues, Innovations and Achievements: Collection of Abstracts of the All-Russian Virtual Conference with International Participation, Kemerovo, October 21, 2020]. Kemerovo, Kemerovo State University Publ., 2020, pp. 159-160. (In Russian) – Text direct
3. Kornienko E. A., Mitrofanova N. I., Larchenkova L. V. Lactase deficiency in young children. *Voprosy sovremennoy pediatrii* [Current Pediatrics], 2006, v. 5, no. 4, pp. 82-86. (In Russian) – Text direct
4. Gupta S. K., Chong S. K. F., Fitzgerald J. F. Disaccharidase activities in children: normal values and comparison based on symptoms and histologic changes. *Nutrition Infantile*, 2004, no. 4, pp. 12-18. (In English) – Text direct
5. *Khimicheskiiy sostav pishchevykh produktov: pod red. I.M Skurikhina, M.N. Volgareva* [Chemical Composition of Food Products: Edited by I. M. Skurikhin, M. N. Volgarev]. 2nd ed., revised and add. Moscow, Agropromizdat VO Publ., 1987. 224 p. (In Russian) – Text direct
6. Aleksandrina E. V., Neverova O. P. Butter and its composition. *Molodezh' i nauka* [Youth and Science], 2019, no. 1, pp. 34-38. (In Russian) – Text direct
7. Kharitonova T. V. Biochemical parameters of enzymatic hydrolysis of lactose. *Molodezhnaya nauka: innovatsii i tekhnologii: Sbornik materialov II regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov* [Youth Science: Innovations and Technologies: Proceedings of the II Regional Research-to-Practice Conference of Young Scientists and Specialists]. Veliky Novgorod, 2023, pp. 285-290. (In Russian) – Text direct
8. Kaledina M. V., Litovkina D. A. The effect of temperature on the hydrolysis of lactose in milk whey by the Nola fit enzyme. *Dostizheniya i perspektivy v sfere proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: Materialy IV natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 45-letiyu* [Achievements and Prospects in the Field of Production and Processing of Agricultural Products: Proceedings of the

IV National Research-to-Practice Conference Dedicated to the 45th Anniversary]. Belgorod, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Belgorod State Agrarian University Publ., 2023, pp. 310–311. (In Russian) – Text direct

9. Kalinina E. D., Gavrilov A. V., Filonov R. A. Study of the influence of the mass fraction of β -galactosidase and the duration of the process on the hydrolysis of milk sugar. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavridy* [Transactions of Taurida Agricultural Science], 2015, no. 2(165), pp. 98–103. (In Russian) – Text direct

10. Skripnyuk A. A., Ryabtseva S. A., Martak A. A. Study of the hydrolyzing activity of the combined enzyme β -galactosidase preparation. *Sovremennye dostizheniya biotekhnologii. Aktual'nye problemy molochno-go dela: Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Achievements of Biotechnology. Actual Problems of Dairy Business: Proceedings of the V International Research-to-Practice Conference]. Stavropol, the North Caucasian Federal University Publ., 2015, pp. 352–354. (In Russian) – Text direct

11. Bliadze V. G., Krysanova Yu. I., Kalugina D. N. Comparative evaluation of enzyme β -galactosidases preparations. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2023, no. 8, pp. 101–106. (In Russian) – Text direct

12. Bessonova O. V., Ryabkova D. S. Study of lactose hydrolysis in milk using the Maxilact enzyme. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Omsk State Agrarian University], 2011, no. 1(1), pp. 81–84. (In Russian) – Text direct

13. Skvortsov E. V., Morozova Yu. A., Bukuru L. K., Alimova F. K., Karnarskaya Z. A. Efficiency of β -galactosidase use for milk whey lactose hydrolysis. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2014, v. 17, no. 13, pp. 288–291. (In Russian) – Text direct

14. Porotova E. Yu., Khramtsov A. G., Lodygin A. D. Study of patterns of enzymatic hydrolysis of lactose in secondary raw materials. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavrid* [Transactions of Taurida Agricultural Science], 2015, no. 3(166), pp. 36–41. (In Russian) – Text direct

15. Gavrilov V. G. *Razrabotka i issledovanie tekhnologii proizvodstva bezlaktoznogo moloka: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk* [Development and Study of Lactose-Free Milk Production Technology: Synopsis of a Thesis for the Degree of Candidate of Technical Sciences]. Kemerovo, the Kemerovo Technological Institute of Food Industry Publ., 2014. 19 p. (In Russian) – Text direct

16. Rodionova N. S., Razinkova T. A., Popov E. S., Orlova K. Yu., Polyanskiy K. K. Hydrolysis of lactose with the combined action of enzyme and probiotic microorganisms. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry],

2021, no. 10, pp. 36-37. (In Russian) – Text direct

17. Dobriyan E. I., Il`ina A. M., Gorlova A. I. Obtaining functional products based on enzymatic hydrolysis of lactose. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2019, no. 4, pp. 36-37. (In Russian) – Text direct

18. Sviridenko G. M., Zakharova M. B., Ivanova N. V. Assessment of microbiological risks in cream as a raw material for butter making. *Pishchevye sistemy* [Food Systems], 2021, v. 4, no. 4, pp. 259–268. (In Russian) – Text direct

19. Sviridenko G. M., Zakharova M. B., Ivanova N. V., Smirnova O. I. The influence of butter production methods on microbiological risks born by coliform bacteria. *Syrodellie i maslodellie* [Cheese and Butter Making], 2021, no. 4, pp. 42-44. (In Russian) – Text direct

20. Sviridenko G. M., Zakharova M. B., Ivanova N. V., Smirnova O. I. The influence of spore microorganisms on the quality of raw materials for the production of butter products. *Moloko i molochnaya produktsiya: aktual'nye voprosy proizvodstva: sbornik materialov MNPK* [Milk and Dairy Products: Current Production Issues: Proceedings of MNPK]. Uglich, 2021, pp. 213-219. (In Russian) – Text direct

21. Pirogova E. N., Topnikova E. V., Danilova E. S. Studying the possibility of using butter produced by converting high-fat cream in the manufacture of puff pastry products. *Pishchevye sistemy* [Food Systems], 2024, v. 7, no. 1, pp. 157-164. (In Russian) – Text direct

22. Topnikova E. V., Nikitina Yu. V., Ovchinnikova E. G., Smykov I. T. Study of patterns of lactose hydrolysis in cream – raw material for the production of lactose-free and low-lactose butter products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2025, no. 4, pp. 135-139. (In Russian) – Text direct

Characteristics of Development of Quality Parameters for Butter Products Made from Cream Subjected to Enzymatic Hydrolysis

Topnikova Elena Vasil`evna, Deputy Director for Science, Doctor of Sciences (Engineering)

e-mail: e.topnikova@fncps.ru

The All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Scientific Center of Food Systems named after V. M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences

Nikitina Yuliya Vladimirovna, a junior research worker

e-mail: yu.nikitina@fncps.ru

The All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Scientific Center of Food Systems named after V. M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences

Ovchinnikova Elena Grigor`evna, a research engineer, the Department of Physical-Chemical and Biochemical Research

e-mail: e.ovchinnikova@fncps.ru

The All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Scientific Center of Food Systems named after V. M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences

Municheva Tat`yana Eduardovna, a leading engineer, the Department of Physical-Chemical and Biochemical Research

e-mail: t.municheva@fncps.ru

The All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Scientific Center of Food Systems named after V. M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences

Keywords: cream, lactose, β -galactosidase, hydrolysis conditions, degree of hydrolysis, butter, butter pastes

Abstract. Enzymatic hydrolysis of lactose is considered to be an effective way to produce low-lactose and lactose-free dairy products. This technological method is applicable in the production of both butter of different

fat content and butter pastes obtained from fermented cream. The article presents the results of evaluating the hydrolysis of lactose in pasteurized raw cream at different doses of the β -galactosidase enzyme, obtained under the temperature range used during cream ripening and intermediate holding before manufacture of butter products. The results are shown on the example of cream with a mass fraction of fat (40 ± 2) %; as an enzyme the β -galactosidase in liquid form with an activity of 20,000 units/ml has been used, the dose of which has ranged from 0.04 to 0.31%. The mass fraction of lactose in cream has been evaluated before and after hydrolysis, the degree of hydrolysis has been determined too. The research results have showed that the choice of the enzyme dose is determined by the conditions of cream fermentation (temperature and duration), as well as by a given level of degree of lactose hydrolysis in them. Mathematical relationship of the enzyme dose for temperature conditions have been obtained (5 ± 1) °C and (10 ± 1) °C, ensuring the achievement of a degree of lactose hydrolysis in cream of 80% and 100%. The butter pastes and butter obtained from such cream have had high quality and safety parameters; the distinctive characteristic of them has been the intensity of sweetish taste.

Пенообразующие свойства систем на основе белков молочной сыворотки

Хайдукова Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент

e-mail: e.haidukowa@yandex.ru

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

Христенко Екатерина Ивановна, студент-магистрант

e-mail: katemeizunote6@gmail.com

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

Новокшанова Алла Львовна, доктор технических наук, доцент

e-mail: alnovokshanova@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

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

Ключевые слова: мороженое, сухая подсырная сыворотка, концентрат сывороточных белков, пищевая и энергетическая ценность, рецептура, взбитость.

Аннотация. Рассмотрены актуальные аспекты разработки рецептуры мороженого с улучшенной пищевой ценностью. Объектами исследования служили смеси для мороженого, сформированные из сухой подсырной сыворотки и концентрата сывороточных белков молока с массовой долей белка 80% – КСБ-УФ-80. Физико-химические показатели молочного сырья определяли стандартными методами, пищевую и энергетическую ценность образцов – расчетным методом. Растворимость сухой подсырной сыворотки и КСБ-УФ-80 оценивали визуально по исчезновению их включений в системах, способность систем

образовывать взбитые структуры – по двум показателям: взбитости и кратности пен. Сухие ингредиенты вносили в воду при температуре (20 ± 1) °С, непрерывно помешивая. Затем образцы пастеризовали при температуре (65 ± 2) °С и выдержке 30 сек. Далее образцы охлаждали до температуры (20 ± 1) °С, дегустировали и подвергали взбиванию. Образцы, содержащие по 28,5% сухих веществ, имели жидкую консистенцию. В образцах с массовой долей сухих веществ 38,0% консистенция была вязкой, сиропообразной. В образцах, где содержание КСБ-УФ-80 составляло по 20 г в 100 г восстановленной смеси, дегустаторами был отмечен солоноватый и горьковатый привкусы. Образцы, в которых содержание КСБ-УФ-80 составляло 10 г, а содержание сухой подсырной сыворотки – 20 г в 100 г восстановленной смеси, не имели недостатков вкуса и были приятными и сладковатыми. Эти же образцы обладали лучшими пенообразующими свойствами, несмотря на то что имели меньшее из всех вариантов содержание белка – 10%. Наименьшую взбитость и кратность пен имели образцы, в которых массовая доля сухих веществ составляла 38%. Установлено, что в системах из воды, сухой подсырной сыворотки и КСБ-УФ-80 для создания пенных структур решающими были два фактора: массовая доля сухих веществ в смеси и массовая доля белка в водной фазе образцов.

Введение

При создании рецептур новых пищевых продуктов технологи учитывают одновременно несколько аспектов. Во-первых, это запросы современных потребителей, которые все больше ориентируются на продукты здорового питания. Во-вторых, это позиция специалистов пищевой промышленности, для которых важны не только технологические свойства пищевого сырья и ингредиентов, но и их доступность на рынке, а также стоимость.

В своей работе мы учитывали позицию и потребителей, и технологов.

Объектами исследования служили рецептуры смесей для мороженого. Мороженое очень популярно во всем мире. Объемы продаж этого десерта остаются стабильно высокими повсеместно, в том числе и в Российской Федерации [1]. Несмотря на популярность мороженого, его классические виды, такие как сливочное, пломбир и другие, нельзя назвать полезными продуктами с точки зрения пищевой и энергетической ценности. Согласно требованиям стандарта, массовая доля жира в этих видах мороженого составляет от 8 до 20% [2], поскольку именно молочный жир является необходимым структурообразователем и важнейшим компонентом, формирующим вкусовые качества и

текстуру традиционного мороженого. Также для классических рецептов мороженого характерно значительное содержание углеводов [3]. В результате общая калорийность может достигать от 109 до 255 ккал (от 456 до 1068 кДж). В связи с этим диетологи рекомендуют населению ограничивать потребление мороженого. В тоже время создание более сбалансированных вариантов рецептов, в которых мороженое будет источником ценных нутриентов, представляет научный и практический интерес [4, 5].

Гипотеза исследования состояла в том, что путем использования сухих ингредиентов, содержащих белки молочной сыворотки, можно улучшить пищевую ценность продукта и придать системе текстуру, характерную для мороженого.

Цель работы состояла в определении соотношения ингредиентов смеси для мороженого с улучшенной пищевой и энергетической ценностью путем исследования органолептических и пенообразующих свойств систем.

Материалы и методы

В качестве предметов исследования использовали сухую подсырную сыворотку (СПС) и концентрат сывороточных белков молока с массовой долей белка 80% (КСБ-УФ-80). Оба вида молочного сырья производятся в России, доступны на рынке пищевых ингредиентов и популярны в технологии пищевых продуктов [6–9].

Физико-химические показатели молочного сырья определяли стандартными методами, пищевую и энергетическую ценность образцов – расчетным методом.

Массовую долю белка в водной фазе смесей рассчитывали по формуле:

$$W_{бвф} = \frac{100 \cdot W_б}{W_в},$$

где $W_{бвф}$ – массовая доля белка в водной фазе смеси, %;

$W_в$ – массовая доля воды в смеси, %;

$W_б$ – массовая доля белка в смеси, %;

100 – коэффициент пересчета на 100 г воды.

Массовую долю лактозы в водной фазе созданных систем вычисляли по формуле:

$$W_{лвф} = \frac{100 \cdot W_л}{W_в},$$

где $W_{лвф}$ – массовая доля лактозы в водной фазе смеси, %;

W_B – массовая доля воды в смеси, %;
 W_L – массовая доля лактозы в смеси, %;
100 – коэффициент пересчета на 100 г воды.

Растворимость СПС и КСБ-УФ-80 оценивали визуально по исчезновению их включений в системах. Способность систем образовывать взбитые структуры оценивали по двум показателям: взбитости и кратности пен.

Показатель взбитости, учитывающий объем полученной пены и объем исходной смеси, определяли следующей формулой:

$$P_B = \frac{V_n}{V_{исх}} \cdot 100, \%$$

где P_B – показатель взбитости, %;
 V_n – объем пены, см³;
 $V_{исх}$ – объем исходной смеси, см³.

Кратность пен выражали как относительную величину между объемом пены и объемом дисперсионной среды в ее составе по формуле:

$$n = \frac{V_n}{V_{дс}}$$

где n – кратность пены
 V_n – объем пены, см³;
 $V_{дс}$ – объем дисперсионной среды в составе пены, см³.

Приготовление образцов вели следующим образом. Сухие ингредиенты вносили при непрерывном помешивании в воду, имеющую температуру (20±1) °С. Периодическое помешивание продолжали в течение 20 мин. Затем образцы подвергали пастеризации при температуре (65±2) °С и выдержке 30 с. Далее образцы охлаждали до температуры (20±1) °С, дегустировали и подвергали взбиванию. Процесс сбивания проводили миксером мощностью 300 Вт при скорости вращения лопастей 1500 об/мин. Продолжительность сбивания составляла 5 мин.

Результаты

Оба ингредиента (и СПС, и КСБ-УФ-80) соответствовали требованиям стандартов на эти виды молочного сырья [11, 12]. Соотношение ингредиентов в модельных смесях представлено в технологической карте (таблица 1).

Таблица 1 – Ингредиентный состав модельных смесей

Ингредиенты	Расход, г в 100 г восстановленной смеси		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
КСБ-УФ-80	10	20	20
СПС	20	10	20
Вода питьевая	70	70	60

В указанных условиях СПС и КСБ-УФ-80 были хорошо растворимы в воде. При использованном соотношении ингредиентов, содержание макронутриентов в образцах представлено на *рисунке 1*. Массовые доли сухих веществ в образцах 1-го и 2-го вариантов составили по 28,5%, в образцах 3-го варианта – 38,0%.

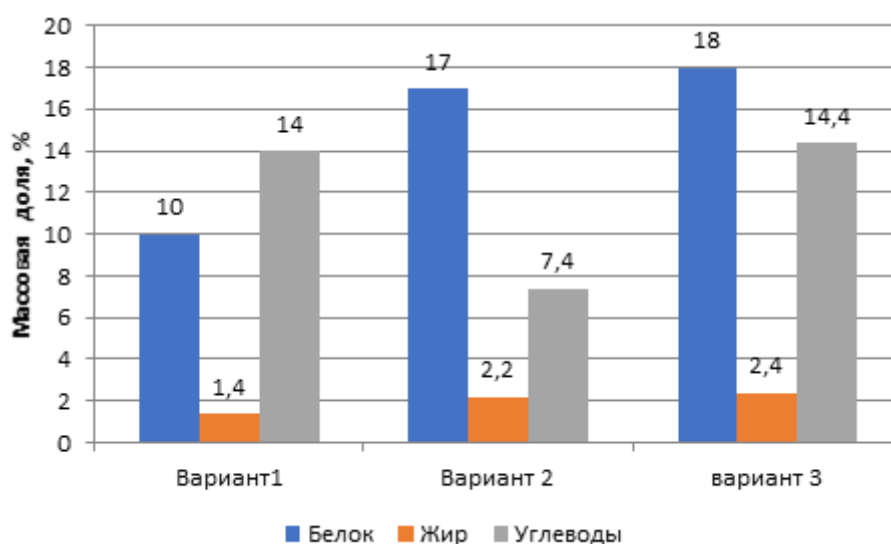


Рисунок 1 – Содержание макронутриентов в созданных системах

Из этой диаграммы видно, что все образцы имели низкое содержание жира. В случае производства мороженого при таком соотношении СПС и КСБ-УФ-80, продукт будет отнесен к мороженому молочному, поскольку согласно действующей нормативной документации, массовая доля жира в этом виде мороженого не превышает 7,5% [2]. Также расчеты показали, что массовая доля молочного белка во всех образцах больше, чем в традиционных видах мороженого. Например, содержание белка в мороженом пломбир составляет 3,2 г на 100 г продукта, в сливочном и молочном мороженом – 3,7 г, а в рассматриваемых рецептурах этот показатель находится в интервале от 10,0 до 18,0 г.

При дегустации запах всех смесей был охарактеризован как чистый насыщенный молочный. Образцы 1-го варианта, в которых содержание КСБ-УФ-80 составляло 10 г в 100 г восстановленной смеси, а содержание СПС – 20 г, не имели недостатков вкуса и были приятными

и сладковатыми. В образцах вариантов рецептур 2 и 3, где содержание КСБ-УФ-80 составляло по 20 г в 100 г восстановленной смеси, дегустаторами были отмечены солоноватый и горьковатый привкусы. При общем содержании сухих веществ в образцах 1-го и 2-го вариантов 28,5% консистенция смесей была жидкой. В образцах с массовой долей сухих веществ 38,0% консистенция была вязкой, сиропобразной. Цвет всех образцов был однородным, но интенсивность цвета возрастала по мере увеличения в них содержания белка и сухих веществ.

Лучшие пенообразующие свойства также были обнаружены в образцах 1-го варианта несмотря на то, что концентрация белка в них меньше в сравнении с другими образцами. Графическое изображение поверхности, отражающей зависимость кратности пены от массовых долей белка и углеводов в системах, представлено на *рисунке 2*, а диаграмма взбитости образцов – на *рисунке 3*.

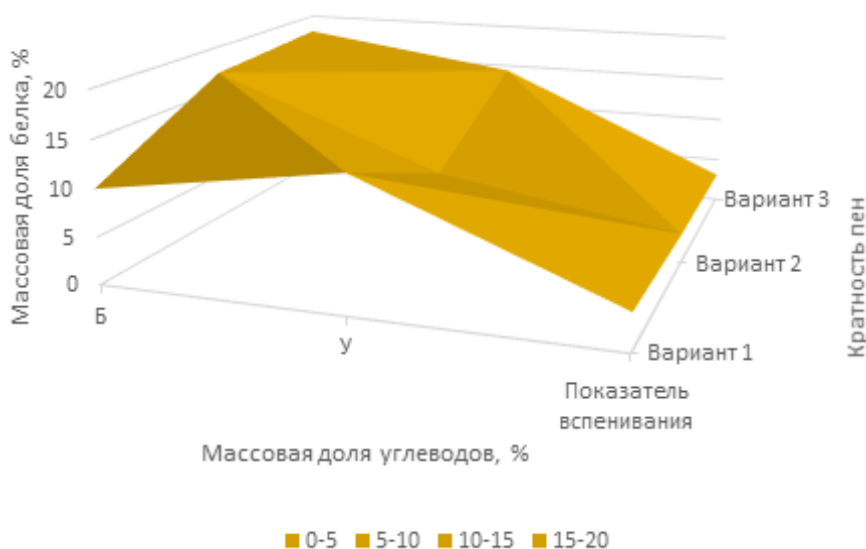


Рисунок 2 – Зависимость кратности пены от массовых долей белка и углеводов

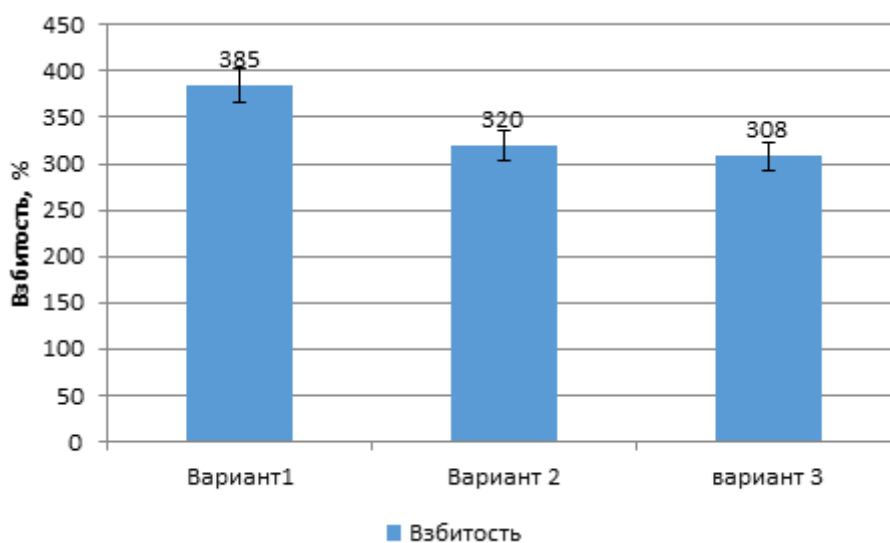


Рисунок 3 – Диаграмма взбитости водных смесей СПС и КСБ-УФ-80

По полученным данным, оба показателя – взбитость и кратность пен образцов, характеризующие пенообразующие свойства систем, уменьшались по мере возрастания массовой доли белка в образцах. Массовая доля белка в водной фазе смесей 1-го варианта составила 13,98%, в образцах 2-го варианта – 23,77% и в образцах 3-го варианта – 29,03%. При этом закономерно, от 1-го варианта до 3-го уменьшалась доля свободной воды, необходимой для гидратации белка. По-видимому, степень гидратации белков как поверхностно-активных веществ имела не менее важное значение, чем их молярная концентрация в обеспечении жизненного цикла пены.

Поскольку в технологии мороженого помимо процесса взбивания смеси имеет место стадия фризирования и термостатирования при глубоких низких температурах, важно чтобы пенная структура сохраняла стабильность в хранении и не была подвержена образованию пороков. Наиболее распространенные пороки консистенции мороженого – это образование кристаллов льда и лактозы [13, 14]. Из литературных данных известно, что предельное насыщение раствора лактозы в воде при 0 °С составляет 11,9 г в 100 мл воды и может служить пороговым значением начала кристаллизации лактозы [10].

Расчет концентрации лактозы в водной фазе опытных смесей показал, что только в образцах 2-го варианта при массовой доле углеводов 7,4% лактоза будет находиться в растворимой форме при 0 °С, поскольку ее содержание в водной фазе этой смеси составило 10,34%. В образцах 1-го варианта при массовой доле углеводов 14,0% и сухих веществ 28,5% концентрация лактозы в водной фазе этой смеси составила 19,58%, а в образцах 3-го варианта при массовой доле углеводов 14,4% и сухих веществ 38,0% концентрация лактозы в водной фазе этой смеси – 23,23%. Из-за превышения значения предельного насыщения лактозы при 0 °С в рецептурах 1-го и 3-го вариантов можно прогнозировать пороки консистенции мороженого в дальнейшем хранении.

Обсуждение

Факторы, определяющие взбитость, изучены еще недостаточно. Известно, что для пенообразования необходимо иметь поверхностно-активное вещество почти любого типа, способное создавать градиент поверхностного натяжения. В созданных системах основными пенообразующими компонентами всех опытных образцов являлись белки молочной сыворотки. Вопреки распространенному мнению, что концентрация белка является важной переменной для получения высокой взбитости и именно молярная концентрация поверхностно-активного вещества определяет этот показатель, в условиях экс-

перимента наблюдали снижение пенообразующих свойств по мере увеличения концентрации белка в образцах.

Снижение пенообразующих свойств наблюдали при последовательном увеличении концентрации белка в водной фазе образцов 1-го варианта от 13,98% до 23,77% в образцах 2-го варианта и до 29,03% – в образцах 3-го варианта. Наименьшую взбитость и кратность пен имели образцы, в которых массовая доля сухих веществ составляла 38%. При этом изменение показателя взбитости в сторону уменьшения составило 20% в образцах с максимальным содержанием белка 18% по сравнению с образцами, в которых массовая доля белка была минимальной 10%.

Следовательно, для достижения стабильных пенных структур с участием белков молочной сыворотки помимо общей концентрации белков необходимо учитывать и другие показатели. В условиях эксперимента выявлено, что наибольшее значение для создания пенных структур имели два фактора: массовая доля сухих веществ в смеси и массовая доля белка в водной фазе систем.

В образцах с массовой долей сухих веществ 38,0% вязкость увеличилась настолько, что это было ощутимо визуально. Также из-за меньшей массовой доли влаги в образцах, содержащих по 17 и 18% белка, он был в меньшей степени гидратирован, чем в образцах с массовой долей белка 10%. Как следствие, площадь поверхности раздела фаз в этих системах различалась. В совокупности менее гидратированные белки и более высокая вязкость смесей, по-видимому, затрудняли процесс аэрации в условиях данного эксперимента. В результате стабильность пен в образцах с массовой долей белка 17,0 и 18,0% была недостаточной.

По результатам расчетов содержания лактозы в водной фазе в рецептурах вариантов 1 и 3 с массовой долей углеводов 14,0 и 14,4% соответственно возможна кристаллизация лактозы как в процессе производства мороженого, так и при хранении. Данный процесс приводит к пороку консистенции продукта. При содержании лактозы 7,4% в системах, сформированных из воды, СПС и КСБ-УФ-80, процесс кристаллизации молочного сахара не прогнозируется, однако недостатки вкуса в образцах этого варианта требуют доработки рецептуры.

Заключение

На основании полученных данных можно заключить, что для пенообразующих свойств трехкомпонентных смесей, созданных из воды, СПС и КСБ-УФ-80, важное значение имели два фактора: гидратация сывороточных белков и общее содержание сухих веществ. В условиях эксперимента установлена обратно пропорциональная взаимосвязь между пенообразующими свойствами изучаемых систем и

массовой долей белка в их водной фазе. В данном исследовании при содержании сухих веществ от 28,5 до 38,0% в водных дисперсиях из СПС и КСБ-УФ-80 и при массовой доле белка выше 10,0% наблюдали дестабилизирующий результат на устойчивость пены.

Таким образом, путем исследования органолептических и пенообразующих свойств трехкомпонентных систем определено соотношение ингредиентов смеси для мороженого с улучшенной пищевой и энергетической ценностью: 10 частей КСБ-УФ-80, 20 частей СПС и 70 частей воды по массе. Вопрос влияния высокого содержания лактозы на консистенцию мороженого в данной рецептуре подлежит дальнейшему изучению.

Литература:

1. Новости и аналитика молочного рынка – Milknews: официальный сайт. – URL: <https://milknews.ru/index/morozhenoe/morozhyenoye-tsrupt-rost.html>.

2. ГОСТ 31457-2012. Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. – Введ. 2013-07-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Стандартиформ, 2014. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096085>.

3. Забодалова, Л.А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учебное пособие для вузов / Л.А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 352 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/401996>.

4. Зайцев, К.А. Изучение влияния углеводного компонента на потребительские свойства мороженого / К.А. Зайцев, А.Л. Новокшанова // Ползуновский вестник. – 2021. № 4. – С. 47–51. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/342236>

5. Влияние частичной замены сомо концентратами и гидролизатами сывороточных белков на показатели качества мороженого пломбир / А.А. Творогова, Т.В. Шобанова, Н.В. Казакова, К.А. Канина // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. – № 3. – С. 138–147. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/362660> (дата обращения: 24.04.2025).

6. Варивода, А.А. Использование концентрата сывороточных белков в качестве стабилизатора структуры при производстве продуктов питания / А.А. Варивода // Ползуновский вестник. – 2020. – № 2. – С. 58–62. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/343157>

7. Творогова, А.А. Молокосодержащее мороженое с усовершенствованным белково-углеводным и минеральным составом / А.А. Творогова, П. Б. Ситникова // Молочная промышленность. – 2024. – № 1. – С. 12–17.

8. Новокшанова, А.Л. Влияние углеводных компонентов на органолептические и структурные характеристики спортивного геля на основе концентрата творожной сыворотки / А.Л. Новокшанова, Н.О. Матвеева, А.А. Невский // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 4 (44). – С. 169–181. – DOI:10.52231/2225-4269_2021_4_169.

9. Гордиенко, Л.А. Использование белков молочной сыворотки в производстве кисломолочных напитков / Л.А. Гордиенко, И.А. Евдокимов, С.В. Горлачева // Молочная промышленность. – 2015. – № 3. – С. 72–73.

10. Гнездилова А.И. Развитие научных основ кристаллизации лактозы и сахарозы в многокомпонентных водных растворах: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.18.04 / Вологодская гос. молочнохозяйственная акад. им. Н. В. Верещагина. – Москва, 2000. – 46 с.

11. ГОСТ 33958-2016. Сыворотка молочная сухая. Технические условия. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Стандартиформ, 2019. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200142723>

12. ГОСТ Р 53456-2022 Концентраты сывороточных белков сухие. Технические условия. – Взамен ГОСТ Р 53456-2009; введ. 2023-01-30. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193266>

13. Низколактозное мороженое функционального назначения / О.А. Огнева, О.А. Огнева, Т.Н. Садовая [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. — 2024. – № 4. – С. 25–31. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367679>

14. Полянский, К.К. Кристаллизация лактозы в смесях мороженого при фризеровании / К.К. Полянский // Переработка молока. – 2017. – № 11 (217). – С. 46–47.

References:

1. *Novosti i analitika molochnogo rynka – Milknews: ofitsial'nyy sayt* [News and Analytics of Dairy Market – Milknews: Official Website]. Available at: <https://milknews.ru/index/morozhenoe/morozhyenoye-tsrupt-rost.html> (In Russian) – Text electronic

2. *GOST 31457-2012. Morozhenoe molochnoe, slivochnoe i plombir. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 31457-2012. Milk Ice, Ice Cream and Plombir. Specifications]. Minsk, Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification Publ.; Moscow, Standartinform Publ., 2014. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200096085> (In Russian) – Text electronic

3. Zabodalova L. A., Evstigneeva T. N. *Tekhnologiya tsel'nomolochnykh*

produktov i morozhenogo: uchebnoe posobie dlya vuzov [Technology of Whole Milk Products and Ice Cream: a Study Guide for Universities]. 7th ed., reprinted. St. Petersburg, Lan` Publ., 2024. 352 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/401996> (In Russian) – Text electronic. ISBN 978-5-507-47653-4

4. Zaytsev K. A., Novokshanova A. L. Study of the influence of the carbohydrate on the use properties of ice cream. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovskiy Vestnik], 2021, no. 4, pp. 47-51. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/342236> (In Russian) – Text electronic. ISSN 2072-8921

5. Tvorogova A. A., Shobanova T. V., Kazakova N. V., Kanina K. A. The effect of partial replacement of somo with whey protein concentrates and hydrolysates on the quality indicators of plombir ice cream. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy], 2022, no. 3, pp. 138-147. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/362660> (accessed 24 April 2025). (In Russian) – Text electronic. ISSN 0021-342X

6. Varivoda A. A. Use of whey protein concentrate as a structure stabilizer in food production. *Polzunovskiy Vestnik* [Polzunovskiy Vestnik], 2020, no. 2, pp. 58-62. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/343157> (In Russian) – Text electronic. ISSN 2072-8921

7. Tvorogova A. A., Sitnikova P. B. Milk-containing ice cream with improved protein-carbohydrate and mineral composition. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2024, no. 1, pp. 12-17. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.21603/1019-8946-2024-1-7. EDN WWGUQQ

8. Novokshanova A. L., Matveeva N. O., Nevskiy A. A. Influence of carbohydrate components on the organoleptic and structural characteristics of a sports gel based on curd whey concentrate. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, no. 4 (44), pp. 169-181. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52231 / 2225-4269_2021_4_169. EDN EPFYHY

9. Gordienko L. A., Evdokimov I. A., Gorlacheva S. V. Use of whey proteins in the production of fermented milk drinks. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2015, no. 3, pp. 72-73. (In Russian) – Text electronic. EDN TLGXEV.

10. Gnezdilova A. I. *Razvitie nauchnykh osnov kristallizatsii laktozy i sakharozy v mnogokomponentnykh vodnykh rastvorakh: avtoreferat dis. ... doktora tekhnicheskikh nauk: 05.18.04 / Vologodskaya gos. molochnokhozyaystvennaya akad. im. N. V. Vereshchagina* [Development of Scientific Foundations of Crystallization of Lactose and Sucrose in Multi-component Aqueous Solutions: Thesis Abstract... Doctor of Engineering Sciences: 05.18.04 / Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin]. Moscow, 2000. 46 p. (In Russian) – Text direct

11. *GOST R 53456-2022 Kontsentraty syvorotochnykh belkov sukhie. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard RF 33958-2016. Dry Whey. Specifications]. Introduced 1 September 2017. Minsk, Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification Publ.; Moscow, Standartinform Publ., 2019. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200142723> (In Russian) – Text electronic

12. *GOST R 53456-2022 Kontsentraty syvorotochnykh belkov sukhie. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard RF 53456-2022 Dry Whey Protein Concentrates. Specifications]. Replaced GOST R 53456-2009, introduced 30 January 2023. Moscow, RST FGBU Publ., 2022. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200193266> (In Russian) – Text electronic

13. Ogneva O. A., Sadovaya T. N., et al. Low-lactose ice cream for functional use. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Foods], 2024, no. 4, pp. 25-31. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/367679> (In Russian) – Text electronic. ISSN 2311-6447

14. Polyanskiy K. K. Crystallization of lactose in ice cream mixtures during freezing. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2017, no. 11 (217), pp. 46-47. (In Russian) – Text electronic. EDN ZVRNET

Foaming properties of systems based on whey proteins

Khaydukova Elena Vyacheslavovna, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail: e.haidukowa@yandex.ru

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

Khristenko Ekaterina Ivanovna, a master's degree student

e-mail:katemeizunote6@gmail.com

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

Novokshanova Alla L`vovna, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail:alnovokshanova@gmail.com

The Federal State Budgetary Institution of Science the Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia;

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

Keywords: ice cream, cheese whey powder, whey protein concentrate, food and energy values, formulation, overrun.

Abstract. The article considers current aspects of developing a formulation for ice cream with improved nutritional value. The objects of the study were ice cream mixtures formed from cheese whey powder (CWP) and whey protein concentrate with a protein mass fraction of 80% (WPC-UF-80). Physical and chemical parameters of milk raw materials were determined by standard methods, nutritional and energy values of samples were determined by calculation one. The solubility of CWP and WPC-UF-80 was assessed visually by the dissolution of their inclusions in the systems. The ability of the systems to form whipped textures was assessed by two parameters: overrun and expansion factors. Dry ingredients were added to water at a temperature of (20 ± 1) °C, stirring continuously. Then the samples were pasteurized at a temperature of (65 ± 2) °C and held for 30 sec. After that the samples were cooled to a temperature of (20 ± 1) °C, tasted and whipped.

The samples containing 28.5% of dry matter had a liquid consistency. In the samples with a dry matter mass fraction of 38.0%, the consistency was viscous and syrupy. In the samples where the content of WPC-UF-80

was 20 g per 100 g of the reconstituted mixture, the tasters noted a salty and bitter taste. The samples in which the content of WPC-UF-80 was 10 g, and the content of CWP was 20 g per 100 g of the reconstituted mixture had no taste deficiencies and were pleasant and sweetish. These same samples had the best foaming properties, despite the fact that they had the lowest protein content of 10% of all the options. The lowest overrun and expansion factor were found in the samples in which the mass fraction of dry matter was 38%. It was established that in systems of water, CWP and WPC-UF-80, two factors were decisive for the creation of foam structures: the mass fraction of dry matter in the mixture and the mass fraction of protein in the aqueous phase of the samples.

Анализ известных способов очистки молочной сыворотки

Шохалов Владимир Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования

e-mail: v_shohalov@mail.ru

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

Гнездилова Анна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры технологического оборудования

e-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

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

Демидова Татьяна Сергеевна, студент-бакалавр

e-mail: tanydem04@gmail.com

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

Овечкина Юлия Александровна, студент-бакалавр

e-mail: iuliiia.buzhorianu@yandex.ru

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

Ключевые слова: молочный, сыворотка, белки, коагуляция.

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ различных способов очистки молочной сыворотки с целью дальнейшего совершенствования данного процесса. Установлено, что все способы очистки включают термическую обработку с целью коагуляции белков. Для повышения эффективности очистки целесообразно использовать различные осаждающие реагенты.

Введение

Производство таких молочных продуктов, как сыра, творога и казеина, сопровождается образованием вторичного молочного сырья – молочной сыворотки. В нее переходят практически все компоненты молока. Молочная сыворотка включает около 50% сухих веществ молока, до 200 различных соединений, в том числе молочный жир, белок, растворимые азотистые соединения и минеральные соли, лактоза, а также витамины, ферменты, органические кислоты [1, 2]. Таким образом, сыворотка является источником ценных пищевых нутриентов, в том числе функциональных (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели функциональности молочной сыворотки

Физиологически функциональный пищевой ингредиент	Процент удовлетворения суточной потребности при употреблении 100 мл сыворотки
Белки	1,7
Лактоза	28,3
Кальций	12,0
Фосфор	8,0
Калий	11,2
Натрий	5,8
Цинк	4,2
Железо	0,3
В1(тиамин)	20,0
В2 (рибофлавин)	55,6
С (аскорбиновая кислота)	4,4

При этом энергетическая ценность молочной сыворотки составляет треть энергетической ценности цельного молока, что очень важно, так как она является продуктом, обладающим максимумом биологической ценности при минимуме калорий, что является немаловажным в организации питания людей, страдающих избыточным весом.

Продукты, полученные из сыворотки, имеют диабетическое и лечебное значение в питании людей. Молочная сыворотка является сырьем в производстве напитков, молочного сахара, белковых концентратов и др. При любом способе переработки молочной сыворотки требуется ее очистка от балластных веществ – нес сахаров.

Результаты исследования

В последние годы для очистки сыворотки эффективно используются баро- и электромембранные методы обработки [1–5]. Это, прежде

всего, ультра- и нанофильтрация, обратный осмос и электродиализ. Наряду с этими методами широко используются различные химические способы очистки [6].

Необходимость очистки сыворотки от балластных веществ продиктована технологическими требованиями. Например, в производстве молочного сахара очистка обусловлена тем, что практически все балластные вещества являются мелассообразователями [7]. Они препятствуют кристаллизации и снижают выход готового продукта [8].

Вместе с тем проведение очистки молочной сыворотки от балластных веществ (белков, органических кислот и минеральных солей) с помощью мембранных методов часто сопровождается перебоями в работе установок вследствие засорения фильтрующих элементов казеиновой пылью, недокоагулированным белком и др. Поэтому целесообразно сопровождать мембранные методы очистки химическими.

Традиционная очистка молочной сыворотки от белков осуществляется различными способами: кислотным, щелочным, кислотнo-щелочным, хлоркальциевым и безреагентным [6].

При кислотном способе подкисление осуществляют соляной кислотой или кислой сывороткой. При щелочном способе коагуляцию белков осуществляют добавлением 10%-го раствора гидроокиси натрия или 10%-го раствора гидрокарбоната натрия. Кислотно-щелочной способ предполагает сначала подкисление, а затем внесение 10%-го раствора гидроокиси натрия или гидрокарбоната натрия. Хлоркальциевый способ реализуется при переработке подсырной сыворотки кислотностью не выше 18 °Т и предусматривает добавление 20%-го раствора хлорида кальция. При безреагентном способе молочную сыворотку предварительно сгущают до концентрации сухих веществ 27–30%, а затем нагревают до 90–95 °С и выдерживают 15–20 мин. Этот способ применим при кислотности не выше 16 °Т. Коагулированные белки удаляют путем отстаивания или центрифугирования.

Все перечисленные выше способы предусматривают термическую обработку путем нагревания до 90–95 °С. Однако эти способы отличаются высокими энергозатратами и недостаточно высокой эффективностью выделения белков. Например, степень извлечения белков термическим методом составляет лишь 27%. При термокальциевом способе степень очистки от белков составляет 54,3%.

С целью повышения пищевой ценности и выхода белков предлагается способ, согласно которому проводят нагревание исходной молочной сыворотки, выдержку, охлаждение и отделение белков, а перед охлаждением в сыворотку при постоянном перемешивании вносят 10–30% (мас.) обезжиренного молока, предварительно пастеризованного при 85–90 °С в течение 20–40 с. Затем проводят процесс соосаждения

составных белков при температуре 80–90°C и pH 4,5–4,7. В случае использования подсырной сыворотки ее сквашивают до pH 4,2–4,6 и выдерживают 8–10 мин при 90–95 °C [9].

В работе [10] для интенсификации процесса выделения белковых веществ предлагается внесение в сыворотку белкосвертывающего реагента. Для снижения его расхода и ускорения процесса проводится предварительное сгущение сыворотки до концентрации 30–60% сухих веществ. До или после сгущения сыворотку нагревают до 90–95 °C, выдерживают 25–30 мин и отделяют осадок. В осветленную сыворотку с оставшимися в основном термоустойчивыми фракциями белков вводят белкосвертывающий реагент, в качестве которого используют танин или водный экстракт отходов чайного производства (грубый чайный лист, чайные сметки), или перманганат калия. Коагуляция белков осуществляется за счет образования комплексов танина с пептидными группами белков. Очищенная сыворотка содержит 0,17–0,24% белка.

Для снижения расхода танина при очистке творожной сыворотки от белковых веществ предлагается введение реагента проводить только после нагрева, охлаждения и фильтрации [11]. Причем после нагрева сыворотки ее очищают от осажденных белков любым известным методом, а затем охлаждают до 10–30 °C. После добавления в сыворотку танина ее выдерживают в течение 1–1,5 ч.

С целью увеличения полноты выделения белковых веществ автоами [12] разработан способ обработки сыворотки, согласно которому в качестве осаждающего реагента используют железосодержащую полиакриловую кислоту в количестве 0,3–1,0% от веса смеси с последующим выдерживанием смеси и отделением образовавшегося осадка. Смесь сыворотки с железосодержащей полиакриловой кислотой выдерживают при комнатной температуре 40–45 мин. Значение pH исходной сыворотки достигается подкислением соляной кислотой. Полнота извлечения белка из сыворотки 85%. Образующийся комплекс белки-полимер выпадает в виде резиноподобной массы и легко отделяется декантацией или фильтрованием. Высокая степень извлечения белковых веществ связана с большей молекулярной массой железосодержащей полиакриловой кислоты и наличием двух центров связывания белка – карбоксильных групп и железа.

Полнота извлечения белков в данном способе составляет 85%. Однако недостатком данного способа является недостаточно высокое количество выделенного белка, длительный процесс осаждения белковых веществ, получение резиноподобного белкового продукта, последующая переработка которого затруднена из-за природы используемого комплексообразователя, в частности синтетической полиакриловой кислоты.

Известен способ осветления молочной сыворотки с помощью бентонитовой глины, которую перед введением в сыворотку подвергают набуханию в воде при соотношении глина:вода 1:5–1:9 [13]. Бентонитовую глину используют в количестве 0,5–3,0% в пересчете на сухое вещество глины от массы сыворотки. После перемешивания в полученную смесь вводят кислую сыворотку, доводя титруемую кислотность до 30–35 °Т, выдерживают в течение 10–120 мин и образовавшийся комплекс белок-бентонит отделяют от сыворотки фильтрацией, декантацией или центрифугированием. Данный способ позволяет снизить энергоемкость процесса, его себестоимость и упростить реализацию. Однако остаточное количество белка в очищенной сыворотке составляет 0,21–0,22%, что является не вполне удовлетворительным показателем при дальнейшей переработке сыворотки на молочный сахар.

Достаточно эффективным является способ выделения белков из молочной сыворотки с использованием различных комплексообразователей, например карбоксиметилцеллюлозы, которая образует прочные комплексы с белком [14]. Эффективность процесса комплексообразования зависит от соотношения белка и карбоксиметилцеллюлозы, температуры, активной кислотности и ионной силы раствора. Этот способ предусматривает внесение в молочном сырье при температуре 10–25 °С карбоксиметилцеллюлозу до концентрации последней в смеси 0,31–0,35%, выдержку смеси, разделение ее на казеиновый концентрат и полимерную фазу, снижение ионной силы полимерной фазы электродиализом до достижения деминерализации 50–80%, подкисление полимерной фазы до pH 2,7–3,1 и отделение комплекса белок – карбоксиметилцеллюлоза. Однако остаток карбоксиметилцеллюлозы в белковом концентрате обуславливает высокую вязкость и ограничивает применение последнего.

Известно выделение белков путем комплексного воздействия натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) и молочнокислых микроорганизмов на молочное сырье [15]. Для этого после внесения в молочное сырье натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы в количестве смеси 0,2–0,25%, перед выдержкой смесь подвергают пастеризации, охлаждению, затем в нее вносят закваску из молочнокислых микроорганизмов в количестве 1,5–2,5% и смесь сквашивают. Комплекс разнообразных по химической природе биологически активных веществ, образующихся в результате действия ферментов микроорганизмов закваски на компоненты молока, повышает пищевую ценность кисломолочного белкового концентрата и сыворотки, обуславливает их специфический вкус и запах. Присутствие NaКМЦ в сквашенном кисломолочном концентрате способствует понижению уровня окислительных реакций молочного жира и улучшает стабилизацию белковых частиц при сква-

шивании, что определяет использование их в качестве биологически полноценных полуфабрикатов в производстве кисломолочных продуктов. В случае загрязнения молока солями тяжелых металлов при добавлении NaKMЦ в молочную смесь происходит адсорбция солей тяжелых металлов на макромолекулах NaKMЦ. После фазового разделения сквашенной молочной смеси получается экологически безопасный кисломолочный белковый концентрат и сыворотка, содержащая NaKMЦ. Данный способ позволяет интенсифицировать процесс фазового разделения сквашенной молочной смеси: получить кисломолочный белковый концентрат и сыворотку, используемые как полуфабрикат в производстве кисломолочных продуктов и обогащенные веществами метаболизма молочнокислых микроорганизмов.

С целью выделения белков из молочной сыворотки при производстве белковых концентратов может быть использован в качестве комплексообразователя хитозан [16]. Способ заключается в следующем. Молочную сыворотку после сепарирования подают в резервуар и при необходимости подкисляют до значения pH 4-5 ед. заранее подготовленной кислой сывороткой. В сыворотку вносят приготовленный раствор гель-хитозана в количестве 0,25–1,0% от массы сыворотки. Температуру осаждения белков поддерживают в интервале 15–20 °С. Смесь тщательно перемешивают и выдерживают в течение 25–30 мин. Образовавшиеся хлопья белка, представляющие собой комплекс белок-хитозан, отделяют одним из известных способов, а осветленную сыворотку направляют на дальнейшую переработку (на молочный сахар, на выработку напитков и пр.). Полнота извлечения белка составляет 95%, массовая доля белковых веществ в сыворотке достаточно низкая – 0,03%.

Свертывание молочных белков возможно проводить органическими кислотами или их комбинацией, процент от общей массы молока: уксусной в количестве 0,5 или лимонной в количестве 0,3 и уксусной в количестве 0,1; или яблочного уксуса в количестве 10 и лимонной кислоты в количестве 0,25 [17]. Данный способ позволяет упростить процесс производства молочно-белковых продуктов, увеличить выход и уменьшить себестоимость, расширить ассортимент и область его применения, увеличить сроки хранения.

Для выделения белковых веществ и осветления молочной сыворотки в нее при 15–30 °С вводят сухой пектин в количестве 0,25–2,0% от массы сыворотки [18]. Смесь перемешивают и выдерживают в течение 30–35 мин при pH 4,0–5,0. Затем разделяют полученную смесь на осветленную сыворотку и белково-полисахаридный комплекс. Очищенная от белков сыворотка на вид прозрачна, имеет специфический сывороточный вкус и запах, содержит от 0,02 до 0,05% пектина, 0,01–0,03%

сывороточных белков, 4,4–4,8% лактозы, 0,57–0,66% минеральных веществ. При этом осадок в виде смеси сывороточных белков и пектина (белково-полисахаридный комплекс, содержащий 0,2–1,45% пектина, 1,27–1,29% сывороточных белков) можно сушить или использовать в виде концентрата для расширения ассортимента продуктов питания лечебно-профилактического действия.

Данный способ позволяет упростить выделение белковых веществ молочной сыворотки, повысить качество и биологическую ценность продукта и достичь качественной очистки молочной сыворотки от белков. Остаточный белок в сыворотке, очищенной по предложенному способу, составляет 0,01–0,03%.

Таким образом, использование пектина позволяет достичь высокой степени извлечения белковых веществ молочной сыворотки при концентрации 0,25–2,0% от массы сыворотки. Осветленная молочная сыворотка может использоваться при производстве напитков и лактозы. Сухой белково-полисахаридный продукт, полученный при осветлении сыворотки, обладает улучшенными функциональными свойствами, благодаря содержанию сывороточных белков, пектинов и минеральных веществ.

Наличие белков и пектина в составе продукта обуславливает его качественно новые структурирующие свойства и биологическую ценность. Это позволяет с использованием белково-полисахаридного комплекса получать изделия с различной заданной структурой. При этом обеспечивается полная переработка всех компонентов молока с исключением загрязнения окружающей среды.

Для повышения эффективности очистки молочной сыворотки от белков и снижения затрат на очистку авторами [19] предусмотрено раскисление 10%-м раствором гидроокиси натрия до $\text{pH} = 6,5\text{--}7,2$ с последующим внесением 40%-го раствора хлористого кальция из расчета 0,1–0,4 г/л. Последующую выдержку осуществляют при температуре осветления 90–95 °С в течение 30–60 мин. Совместное действие раскисления среды, внесение хлористого кальция и тепловой обработки позволяет повысить степень отделения белков и снизить затраты на очистку. Механизм действия реагентов заключается в следующем. Воздействие кальция связано с изменением ионной силы раствора, что нарушает равновесие электростатических сил и способствует коагуляции белков. Кроме того, в присутствии ионов кальция происходит образование кальциевых мостиков между полярными головками молекул фосфолипидов. Нагрев до 90–95 °С создает мощный дегидратирующий эффект и тепловую денатурацию.

Представляет практический интерес способ выделения белковых веществ из молочной сыворотки, который включает введение в молоч-

ную сыворотку флокулянта, модифицированного серином, в качестве которого используется высокоанионный полиакриламид, модифицированный серином, со степенью ионизации 90%. Количество добавляемого флокулянта составляет 0,2–0,4% от массы смеси. Способ позволяет увеличить полноту выделения белковых веществ с сохранением их пищевой и биологической ценности, сократить длительность процесса, снизить расход добавляемого реагента [20].

С целью интенсификации процесса выделения белков в молочную сыворотку рН 4,0–4,8 ед. (при необходимости подкисляется заранее приготовленной кислой сывороткой 200 °Т, молочной кислотой или сквашиванием с использованием чистых культур молочнокислых бактерий) после сепарирования, пастеризации при стандартных режимах, охлаждения до температуры 15–25 °С вносят раствор водорастворимого хитозана в количестве 4–12% от массы смеси (в пересчете на сухой хитозан 0,12–0,84%), тщательно перемешивают и выдерживают при температуре 15–25 °С в течение 25–30 минут [21]. Образовавшиеся хлопья белково-хитозанового комплекса отделяют центрифугированием. Используют 3–7%-е растворы хитозана, приготовленные на подготовленной воде, применяемой в производстве продуктов питания для восстановления сухих компонентов, охлажденной до комнатной температуры. Для этого в резервуар подают 465–485 л воды и 15–35 кг сухого хитозана (ТУ 9289-067-00472124-03), тщательно перемешивают и выдерживают 3–6 ч. Раствор имеет нейтральную реакцию. Приготовленный таким образом раствор хитозана хранят при температуре 8 ± 2 °С не более 10 суток. Оптимальное количество вносимого раствора хитозана составляет 8 % от массы смеси. Увеличение времени выдержки более 30 минут, а также повышение температуры более 25 °С к улучшению выделения белков не приводит. При уменьшении рН ниже 4,0 или увеличении более 4,8 ед. эффективность выделения белков уменьшается. Использование растворов хитозана концентрацией более 7% нецелесообразно ввиду высокой вязкости растворов, плохой смешиваемости с сывороткой, а значит, и распределением высокомолекулярных соединений в системе сыворотка:раствор хитозана, что уменьшает эффективность выделения белков. Использование растворов хитозана концентрацией менее 3% требует высокой дозы внесения раствора, разбавляет молочную сыворотку, ухудшает процесс и эффективность выделения белков. При использовании дозировок раствора хитозана, выходящих за границы интервала 4–12%, эффективность выделения белков существенно снижается. Это может быть связано при низких дозировках раствора хитозана с его маленьким содержанием в системе сыворотка:раствор хитозана и недостаточным количеством реакционных групп на молекуле хитозана, необходимых для полного связывания

белковых молекул. При высоких дозировках раствор хитозана влияет на величину активной кислотности системы сыворотка:раствор хитозана, увеличивая рН, что отрицательно сказывается на процессе комплексообразования между белками и хитозаном.

Использование водорастворимого хитозана позволяет ускорить и упростить процесс подготовки раствора и тем самым интенсифицировать весь процесс, увеличить степень выделения белковых веществ из молочной сыворотки до 90–96%. Особенно эффективно использование предлагаемого способа в технологии производства молочного сахара, что позволяет снизить затраты тепловой и электрической энергии, получить дополнительную прибыль за счет снижения себестоимости молочного сахара и реализации белкового комплекса (сывороточный белок/хитозан) на обогащение и производство ряда пищевых продуктов. При этом обеспечивается полная переработка всех компонентов молочного сырья и предотвращается сброс предприятиями сыворотки в окружающую среду

Весьма перспективным является комплексный метод осветления молочной сыворотки растительными экстрактами с последующим использованием мембранных методов. Таким образом, предварительная очистка молочной сыворотки экстрактом растительного сырья и последующая ультрафильтрация способствует повышению эффективности переработки этого вида вторичного молочного сырья [22–24].

Выводы

1. В работе проведен сравнительный анализ различных способов очистки молочной сыворотки с целью дальнейшего совершенствования данного процесса.

2. Установлено, что все способы очистки включают термическую обработку с целью коагуляции белков.

3. Для повышения эффективности очистки целесообразно использовать различные химические осаждающие реагенты.

4. Наиболее эффективен комплексный метод осветления молочной сыворотки химическими реагентами с последующим использованием мембранных методов.

Литература:

1. Информационное обеспечение наилучших доступных технологий пищевой промышленности: монография / А.Г. Храмцов, А.А. Брацихин, А.А. Борисенко [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2019. – 312 с.

2. Храмцов, А.Г. Лактоомика – наука о молоке. Модернизация наших представлений / А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2011. – № 6. – С. 45–48.

3. Эволюция переработки молочной сыворотки: прошлое, настоя-

щее, будущее (часть 1) / А.Г. Храмцов, А.А. Борисенко, И.А. Евдокимов [и др.] // Современная наука и инновации. – 2021. – № 2. – С. 129–139. DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.12

4. Евдокимов, И.А. Реальные мембранные технологии / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, М.С. Золотарева // Молочная промышленность. – 2010. – № 1. – С. 49– 50.

5. Евдокимов, И.А. Перспективы и особенности организации переработки сыворотки за рубежом и в России / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, В.К. Топалов // Переработка молока. – 2011. – № 8. – С. 6– 8.

6. Сборник технологических инструкций по производству молочного сахара. – М.: Минмясомолпром, 1980. – 38 с.

7. Гнездилова, А.И. Технологические аспекты мелассообразования при кристаллизации лактозы / А.И. Гнездилова // Молочнохозяйственный вестник. – 2019.– № 4 (36). – С. 155–164.

8. Червецов, В.В. Интенсификация процессов кристаллизации при производстве молочных продуктов: монография / В.В. Червецов, А.И. Гнездилова. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2011. – 196 с.

9. А.С. СССР №1145980 А Способ выделения белков из молочной сыворотки / В.В. Молочников, С.В. Анисимов, М.С. Панкова, В.П. Ратковский; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института маслодельной и сыродельной промышленности. – № 3589938/28-13; заявл.1 0.05.83; опубл. 23.05.85. – Б.И. № 11.

10. А.С. СССР № 1214058 А Способ выделения белковых веществ из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, Г.И. Холодов, В.В. Жидков; заявитель и патентообладатель Ставропольский политехнический институт и Северо-Кавказский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института маслодельной и сыродельной промышленности. – № 3697426/28-13; заявл. 06.02.84; опубл. 28.02.86. – Б.И. № 8.

11. А.С. СССР № 908305 Способ очистки творожной сыворотки от белковых веществ / А.Г. Храмцов, Г.И. Холодов, А.И. Чеботарев, Т.А. Камышкова; заявитель и патентообладатель Воронежский технологический институт и Вологодский молочный институт. – № 2892703/28-13; заявл. 07.03.80; опубл. 28.02.82. – Б.И. № 8.

12. А.С. СССР № 1011101 А Способ выделения белковых веществ из молочной сыворотки / М.Г. Воронков, В.З. Анненкова, Г.С. Угрюмова, Н.Г. Дианова, А.М. Колодкин, А.Г. Храмцов [и др.]; заявитель и патентообладатель Иркутский институт органической химии Сибирского отделения АН СССР и Ставропольский политехнический институт. – № 3370354/28-13, заявл. 29.12.81; опубл. 15.04.83. – Б.И. № 14.

13. А.С. СССР №1762862 А1, МПК А23J 1/20, А23С 21/00 Способ очистки молочной сыворотки от белков / Е.М. Долгушин, А.Н. Луцевич,

В.В. Воронин, В.А. Шуваев; заявитель и патентообладатель Ставропольский политехнический институт и Научно-исследовательский кооператив проблем птицеводства «Ставропольский». – № 4662432/13; заявл. 16.01.89; опубл. 23.09.92. – Б.И. № 35.

14. А.С. СССР №1597154 А1, МПК А23J 1/20 Способ получения белкового концентрата из молочного сырья / А.В. Серов, Н.Я. Дыкало, В.В. Ким [и др.]; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексного использования молочного сырья. – № 4463299/30-13; заявл. 19.07.88; опубл. 07.10.90. – Б.И. № 37.

15. Пат. 2079275 С1 РФ, МПК А23J1/20 Способ получения белкового концентрата / И.А. Рогов, Н.В. Нефедова, В.А. Алексахина [и др.]; заявитель и патентообладатель Московская государственная академия прикладной биотехнологии. – № 94024395/13; заявл. 29.06.1994; опубл. 20.05.1997.

16. Пат. 2031598 С1 РФ, МПК А23J1/20 Способ выделения белковых веществ из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лин, И.А. Евдокимов [и др.]; заявитель и патентообладатель Ставропольский политехнический институт. – № 5061562/13; заявл. 07.09.1992; опубл. 27.03.1995.

17. Пат. 2180494 С2 РФ, МПК А23С9/20, А23J3/08, 1/20 Способ получения молочно-белкового продукта / Л.П. Жукова, Е.В. Литвинова; заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 2000110865/13; заявл. 27.04.2000; опубл. 20.03.2002.

18. Пат. 2134992 С1 РФ, МПК А23J1/20, А23С21/00 Способ обработки молочной сыворотки / А.И. Коновалов, В.Ф. Миронов, Н.А. Соснина [и др.]; заявитель и патентообладатель Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН. – № 98102300/10; заявл. 06.02.1998; опубл. 27.08.1999.

19. Пат. 2025076 С1 РФ, МПК А23С21/00, 7/00 Способ очистки молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, Е.Р. Абдулина, И.А. Евдокимов; заявитель и патентообладатель Ставропольский политехнический институт. – № 4912050/13; заявл. 18.02.1991; опубл. 30.12.1994.

20. Пат. 2412606 С2 РФ, МПК А23J1/20 (2006.01) Способ выделения белков из молочной сыворотки / Т.В. Шевченко, Е.В. Ульрих, В.П. Амеленко, Е.В. Кучкина, Ю.В. Устинова; заявитель и патентообладатель Шевченко Татьяна Викторовна (RU), Ульрих Елена Викторовна (RU), Амеленко Виктор Петрович (RU), Кучкина Елена Валерьевна (RU), Устинова Юлия Владиславовна. – № 2009117244/10; заявл. 05.05.2009; опубл. 27.02.2011.

21. Пат. 2461210 С 1 РФ, МПК А23J1/20, А23С21/00 (2006.01) Способ получения белкового концентрата из сыворотки / И.А. Евдокимов, М.С. Золоторева, Е.А. Абакумова [и др.]; заявитель и патентообладатель

Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное объединение «Прикладные Биотехнологии». – № 2011110284/10; заявл. 18.03.2011; опубл. 20.09.2012.

22. Комплексный метод осветления молочной сыворотки / С.П. Бабенышев, Д.С. Мамай, Н.А. Шапаков, В.П. Уткин // Молочная промышленность. – 2017. – № 4. – С. 59–60.

23. Комплексный метод осветления молочной сыворотки / С.П. Бабенышев, Д.С. Мамай, Н.А. Шапаков, С.А. Молодцов // Молочная промышленность. – 2017. – № 7. – С. 24–26.

24. Комплексный метод осветления вторичного молочного сырья / С.П. Бабенышев, А.А. Брацихин, Д.С. Мамай, А.В. Мамай // Молочная промышленность. – 2018. – № 9. – С. 66–67. DOI: 10.31515/1019-8946-2018-9-66-67

References:

1. Khramtsov A.G., Bratsikhin A.A., Borisenko A.A. *Informatsionnoe obespechenie nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy pishchevoy promyshlennosti* [Information Support of the Best Available Technologies in the Food Industry]. St. Petersburg, GIORP Publ., 2019. 312p. – Text direct

2. Khramtsov A.G. Lactomics as the science of milk. Upgrading of our understanding. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2011, no.6, pp.45-48. (In Russian) – Text direct

3. Khramtsov A.G., Borisenko A.A., Evdokimov I.A., Borisenko A.A., Bratsikhin A.A., Borisenko L.A. Evolution of whey processing: past, present, future (Part 1). *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovations], 2021, no.2, pp.129-139. DOI: 10.37493/2307-910X.2021.2.12. (In Russian) – Text direct

4. Evdokimov I.A., Volodin D.N., Zolotareva M.S. Real membrane technologies. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2010, no.1, pp. 49-50. (In Russian) – Text direct

5. Evdokimov I.A., Volodin D.N., Topalov V.K. Prospects and particulars of whey processing management abroad and in Russia. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2011. no.8, pp.6–8. (In Russian) – Text direct

6. *Sbornik tekhnologicheskikh instruktsiy po proizvodstvu molochnogo sakhara* [Proceedings of Technological Instructions for Milk Sugar Production]. Moscow, Minmyasomolprom Publ., 1980. 38 p. – Text direct

7. Gnezdilova A.I. Technological aspects of molasses formation in the process of lactose crystallizing. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2019, no.4, pp.155-164. (In Russian) – Text direct

8. Chervetsov V.V., Gnezdilova A.I. *Intensifikatsiya protsessov kristallizatsii pri proizvodstve molochnykh produktov* [Intensification of Crystallisation Processes in Dairy Product Manufacturing]. Moscow,

Rosselkhozakademiya Publ., 2011. 196p. – Text direct

9. Molochnikov V.V., Anisimov S.V., Pankova M.S., Ratkovskiy V.P. *Sposob vydeleniya belkov iz molochnoy syvorotki* [Method of protein extraction from milk whey]. Patent SU, no.1145980, 1985. – Text direct

10. Khramtsov A.G., Kholodov G.I., Zhidkov V.V. *Sposob vydeleniya belkovykh veshchestv iz molochnoy syvorotki* [Method of protein substance extraction from milk whey]. Patent SU, no. 1214058, 1986. – Text direct

11. Khramtsov A.G., Kholodov G.I., Chebotarev A.I., Kamyshkova T.A. *Sposob ochistki tvorozhnoy syvorotki ot belkovykh veshchestv* [Method of curd whey clarification from protein substances]. Patent SU, no. 908305, 1982. – Text direct

12. Voronkov M.G., Annenkova V.Z., Ugryumova G.S., Dianova N.G., Kolodkin A.M., Khramtsov A.G. *Sposob vydeleniya belkovykh veshchestv iz molochnoy syvorotki* [Method of protein substances extraction from milk whey]. Patent SU, no. 1011101, 1983. – Text direct

13. Dolgushin E.M., Lutsevich A.N., Voronin V.V., Shuvaev V.A. *Sposob ochistki molochnoy syvorotki ot belkov* [Method of curd whey clarification from proteins]. Patent SU, no. 1762862, 1992. – Text direct

14. Serov A.V., Dykalo N.Y., Kim V.V., Molochnikov V.V., Khramtsov A.A., Kholodov G.I., Markov V.V., Evdokimov I.A., Rokhmistrov V.V. *Sposob polucheniya belkovogo kontsentrata iz molochnogo syr'ya* [Method of protein concentrate production from dairy material]. Patent SU, no. 1597154, 1990. – Text direct

15. Rogov I.A., Nefedova N.V., Aleksakhina V.A. *Sposob polucheniya belkovogo kontsentrata* [Method of protein concentrate production]. Patent RF, no. 2079275, 1997. – Text direct

16. Khramtsov A.G., Vasilisin S.V., Evdokimov I.A., Vinogradov B.D., Roslyakova I.V. *Sposob vydeleniya belkovykh veshchestv iz molochnoy syvorotki* [Method of extracting protein substances from milk whey]. Patent RF, no. 2031598, 1995. – Text direct

17. Zhukova L.P., Litvinova E.V. *Sposob polucheniya molochno-belkovogo produkta* [Method of manufacturing milk-protein product]. Patent RF, no. 2180494, 2002. – Text direct

18. Konovalov A.I., Mironov V.F., Sosnina N.A. *Sposob obrabotki molochnoy syvorotki* [Method of milk whey processing]. Patent RF, no. 2134992, 1999. – Text direct

19. Khramtsov A.G., Abdulina E.R., Evdokimov I.A. *Sposob ochistki molochnoy syvorotki* [Method of milk whey clarification]. Patent RF, no. 2025076, 1994. – Text direct

20. Shevchenko T.V., Ul'rikh E.V., Amelenko V.P., Kuchkina E.V., Ustinova Yu.V. *Sposob vydeleniya belkov iz molochnoy syvorotki* [Method of pro-

tein extraction from milk whey]. Patent RF, no. 2412606, 2011. – Text direct

21. Evdokimov I.A., Zolotoreva M.S., Abakumova E.A., Smirnov E.R., Emel'yanov S.A. *Sposob polucheniya belkovogo kontsentrata iz syvorotki* [Method of producing protein concentrate from whey]. Patent RF, no. 2461210, 2012. – Text direct

22. Babenyshev S.P., Mamay D.S., Shapakov N.A., Utkin V.P. Complex method for whey clarification. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no.4, pp.59-60. (In Russian) – Text direct

23. Babenyshev S.P., Mamay D.S., Shapakov N.A., Molodtsov S.A. Complex method for whey clarification. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no.7, pp.24-26. (In Russian) – Text direct

24. Babenyshev S.P., Bratsikhin A.A., Mamay D.S., Mamay A.V. Complex method of clarifying secondary dairy raw materials. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2018, no.9, pp.66-67. DOI:10.31515/1019-8946-2018-9-66-67. (In Russian) – Text direct

Analysis of known methods of whey clarification

Shokhalov Vladimir Alekseevich, Candidate of Science (Technics),
Associate Professor of the Technological Equipment Chair

v_shohalov@mail.ru

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

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Science (Technics), Professor of
the Technological Equipment Chair

e-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

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

Demidova Tat'yana Sergeevna, student

e-mail: tanydem04@gmail.com

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

Ovechkina Yuliya Aleksandrovna, student

e-mail: iuliia.buzhorianu@yandex.ru

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

Keywords: dairy, whey, proteins, coagulation.

Abstract. The work presents a comparative analysis of different methods of whey clarification for this process improvement. The authors have determined that every clarification method includes heat treatment to coagulate proteins. It is advisable to use different precipitating reagents to improve the clarification efficiency.

Рефераты
Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 10-24
Ил.5. Библ. 19.

Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков айрширской породы по округам Российской Федерации

Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова., М.О. Селимян, Н.В. Зенкова. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Comparative Characteristics of Economic Traits of the Ayrshire Cattle Breed by the Districts of the Russian Federation

Abramova, N. I.
natali.abramova.53@mail.ru
Khromova O. L.
sznii@list.ru
Selimyan M. O.
sss090909@mail.ru
Zenkova N. V.
zenkova208@mail.ru

Ключевые слова: округ, популяция, айрширская порода, продуктивность, надой, МДЖ, МДБ, живая масса.

Keywords: district, population, Ayrshire breed, productivity, milk yield, mass fraction of fat, mass fraction of protein, live weight.

Реферат

Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков айрширской породы крупного рогатого скота являются важным информативным фактором, который позволяет определить современное состояние породы и направление её развития в соответствии с условиями разведения по субъектам Российской Федерации. Исследования проведены по статистическим данным на 1 января 2024 года из Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве Российской Федерации, по округам с использованием группировки, выборки, сравнения показателей в графическом варианте. В результате исследований определена основная зона по разведению коров айрширской породы – Северо-Западный федеральный округ – 20,4 тыс. гол, в том числе 11,2 тыс. гол. по племязаводам с высоким надоем – 8862 кг молока. Первое место по надоем коров в племязаводах занимает ПФО – 8879 кг молока. В двух округах ПФО и СЗФО массовая доля жира в молоке коров находится на одинаковом уровне – 4,20 и 4,19%. Наивысший показатель МДЖ в молоке коров установлен в СибФО – 4,41%,

данный округ представлен одним хозяйством. По основным округам РФ определены незначительные изменения МДБ в молоке коров от 3,46% (ПФО) до 3,35% (ЮФО). Максимальной живой массой коров отличаются животные в СибФО (578 кг). В СЗФО высокую живую массу имеют коровы в племязаводах – 566 кг и племрепродукторах ЦФО – 570 кг. Наибольшая длительность хозяйственного использования – 4,6 отела (возраст выбытия коров в отелах) в племрепродукторах ПФО, наименьшая в С-КФО – 2,9 отела, разница составляет до 1,7 отела. Следовательно, в каждом округе Российской Федерации айрширская порода крупного рогатого скота имеет свои особенности в зависимости от климатических и других факторов.

Summary

The comparative characteristics of the economic traits of the Ayrshire cattle are an important informative factor that allows determining the current state of the breed and the direction of its development in accordance with breeding conditions in the constituent entities of the Russian Federation. The research has been conducted based on the statistical data as of January 1st, 2024 from the Yearbook on breeding work in dairy farming of the Russian Federation by districts using grouping, sampling, and comparing indicators in a graphic form. As a result of the research, the Northwestern Federal District has been determined as the main zone for breeding the Ayrshire cows. It includes 20.4 thousand heads; in particular 11.2 thousand heads are in breeding farms with a high milk yield of 8,862 kg. The first place in milk yield of cows in breeding farms is occupied by the Volga Federal District with 8,879 kg of milk. In two districts (the Volga Federal District and the Northwestern Federal District) the mass fraction of fat in cows` milk is at the same level of 4.20%, 4.19%. The highest fat mass fraction index in cow`s milk has been established in the Siberian Federal District and has amounted 4.41%. This district is represented by one household. In the main districts of the Russian Federation, minor changes from 3.46% (the Volga Federal District) to 3.35% (the Southern Federal District) have been determined in mass fraction of protein in cow`s milk. The animals in the Siberian Federal District have a maximum live weight of 578 kg. In the Northwestern Federal District, cows in breeding farms have a high live weight of 566 kg. In pedigree breeding units of the Central Federal District the live weight of cows is 570 kg. The longest duration of economic use of cow – 4.6 calving (the age of retirement of cows in calving) is in the breeding farms of the Volga Federal District, the lowest one is in the North-Crimean Federal District – 2.9 calving, and the difference is up to 1.7 calving. Consequently, in each district of the Russian Federation, the Ayrshire breed of cattle has its own characteristics, depending on climatic and other factors.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 25-45
Табл. 1. Ил. 8. Библ. 22.

Характеристика продуктивных показателей айрширской породы по областям, республикам и округам Российской Федерации

Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова, М.О. Селимян, Н.В. Зенкова, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Characteristics of the Ayrshire Productive Indicators by Regions, Republics and Districts of the Russian Federation

Abramova, N. I.
natali.abramova.53@mail.ru
Kromova, O. L.
sznii@list.ru
Selimyan, M. O.
sss090909@mail.ru
Zenkova N. V.
zenkova208@mail.ru

Ключевые слова: округ, республика, край, область, популяция, порода, айрширская, продуктивность, надой, МДЖ, МДБ, живая масса.

Keywords: district, republic, territory, region, population, breed, Ayrshire, productivity, milk yield, mass fraction of fat, mass fraction of protein, live weight.

Реферат

Характеристика продуктивных показателей айрширской породы по областям, республикам и округам Российской Федерации является необходимым элементом селекционно-племенной работы и позволяет определить современное состояние породы, её развитие в соответствии с условиями разведения по субъектам Российской Федерации.

Для проведения исследований использовали статистические данные на 1 января 2024 года из Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве Российской Федерации по округам, республикам, областям с использованием группировки, выборки, сравнения показателей в графическом варианте. По результатам исследований определена

основная зона племенного разведения айрширской породы – Северо-Западный федеральный округ, включающий 20380 коров, в том числе 54,9% в племзаводах и 24,4% в племрепродукторах. Айрширскую породу в СЗФО РФ разводят в трех областях и двух республиках. Лидером по численности поголовья коров айрширской породы и продуктивности является Ленинградская область, где сосредоточено 50,2% коров с надоем 8310 кг молока, МДЖ – 4,25%, МДБ – 3,43%. Наивысший надой получен в племзаводе Республики Карелия – 9258 кг молока. Центральный федеральный округ РФ включает четыре области с поголовьем 3910 коров, из них 44,1% разводят в племзаводах, 42,5% – в племрепродукторах. По надоем лидирует племзавод Тульской области – 9232 кг молока. В Южном федеральном округе РФ поголовье коров составляет 4760 голов, в том числе 44,0% имеют статус племзавода и 54,0% – племрепродуктора. Основное поголовье коров (69,5%) с высоким надоем (7882 кг молока) и МДБ (3,38%) сосредоточено в Краснодарском крае. Приволжский федеральный округ включает две области и одну республику с поголовьем 3510 коров, из которых 33,5% имеют статус племзавода и 57,0% – племрепродуктора. Основное поголовье сосредоточено в Кировской области – 45,9% с высоким надоем (8772 кг молока) и МДЖ (4,43%). Данная ситуация свидетельствует о том, что в каждом федеральном округе имеются лидеры по областям и республикам, имеющие высокопродуктивные племенные стада по разведению айрширской породы.

Summary

The characteristics of the Ayrshire productive indicators by regions, republics and districts of the Russian Federation are essential in selecting and breeding work and allow determining the current state of the breed, its development in accordance with the conditions of breeding in the subjects of the Russian Federation. To conduct the research, statistical data were used as of January 1st, 2024 from the Yearbook on breeding work in dairy farming of the Russian Federation by districts, republics, regions using grouping, sampling, and comparison of indicators in graphic form. According to the research results, the Northwestern Federal District is identified as the main breeding area of the Ayrshire breed. It includes 20,380 cows; in particular 54.9% are there in stud farms and 24.4% - in pedigree breeding units. The Ayrshire is bred in three regions and two republics of the Northwestern Federal District of the Russian Federation.

The Leningrad Region is the leader in the number and productivity of Ayrshire cows, where there are 50.2% of cows with milk yield of 8,310 kg, fat mass fraction of 4.25%, and protein mass fraction of 3.43%. The highest milk yield was obtained in the stud farm of the Republic of Karelia and

amounted 9,258 kg. The Central Federal District of the Russian Federation includes four regions with a population of 3,910 cows, of which 44.1% are bred in stud farms and 42.5% in pedigree breeding units. In terms of milk yield, the stud farm of the Tula Region is the leader with 9,232 kg. In the Southern Federal District of the Russian Federation, the number of cows is 4,760, of which 44.0% have the status of a stud farm and 54.0% of a pedigree breeding unit. The main population of 69.5% cows is concentrated in the Krasnodar Territory with milk yield of 7,882 kg and protein mass fraction of 3.38%. The Volga Federal District includes two regions and one republic with a population of 3,510 cows, of which 33.5% have the status of a stud farm and 57.0% of a pedigree breeding unit. The main livestock of 45.9% is concentrated in the Kirov Region with milk yield of 8,772 kg and fat mass fraction of 4.43%. This indicates that in each Federal District there are regions and republics leading in breeding the Ayrshire with highly productive breeding herds.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 46-63
Табл. 3. Ил. 3. Библ. 16.

Влияние биологических консервантов на изменение питательности и энергетической ценности силоса, приготовленного из бобово-злаковых компонентов в условиях Вологодского региона

Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко, Е.А. Третьяков, Вологодский научный центр Российской академии наук»

Н.А. Щекутьева, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

Influence of Biological Preservatives on the Change in Nutritional and Energy Values of Legume-Grass Silage Prepared under the Conditions of 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: силос, биоконсервант, качество, питательность, кислотность.

Keywords: silage, biopreservative, quality, nutritional value, acidity.

Реферат

В хозяйствах региона главная причина уменьшения удоев – ввод в рационы травяных консервированных кормов низкого качества, содержащих в 1 кг сухого вещества 8,5–9 МДж обменной энергии и 10–12% сырого протеина. В хозяйствах Вологодского региона в 2024 году были проведены исследования, направленные на оценку влияния бактериальных консервантов на ферментацию, химический состав и общие показатели качества бобово-злакового силоса. Объектом исследования стали корма для животных собственного производства – бобово-злаковый силос, заготовленный на территории Вологодского региона. В сельскохозяйственных предприятиях для оценки результативности применения заквасок при силосовании были протестированы биоконсерванты «Бонсилаж Форте» и «Биоамид-3». Наибольший выход сухого вещества (271,2 г) выявлен у силоса, приготовленного без биологической закваски. Несмотря на то, что силос без применения биологической закваски показал наибольший выход сухого вещества, его питательная ценность оказалась ниже, чем у силоса, обработанного «Био-

амид-3». Питательная ценность силоса колебалась в диапазоне от 0,85 до 0,89 кормовых единиц, что соотносилось к 1 классу качества. Наивысшие показатели обменной энергии и содержания сырого протеина зафиксированы в силосе, обработанном консервантом «Биоамид-3» (10,46 МДж/кг и 15,33% сухого вещества). Анализ фракционного состава клетчатки выявил влияние консервантов на содержание нейтрально-детергентной клетчатки в силосе. В вариантах с консервантами наблюдалось снижение НДК до уровня, соответствующего 2 классу качества (49,67–51,19%). В то же время силос без консервантов характеризовался высоким содержанием НДК и был классифицирован по 3 классу качества. Похожая закономерность наблюдалась и для кислотно-детергентной клетчатки в исследуемых образцах корма. Дальнейшие исследования в этой области помогут оптимизировать процесс силосования и повысить эффективность использования кормов в животноводстве.

Summary

On the farms of the region, the main reason for the decrease in milk yield is the introduction of low-quality grass canned feed into the animals' diet, containing 8.5-9 MJ of exchange energy and 10-12% of crude protein per 1 kg of dry matter. Studies were conducted on farms of the Vologda Region in 2024, aimed at assessing the effect of bacterial preservatives on the fermentation, chemical composition, and general quality indicators of legume-grass silage. The object of the study was feed for animals of the own production – legume-grass silage harvested in the Vologda Region. In agricultural enterprises, to assess the effectiveness of the use of starters in ensiling, biopreservatives "Bonsilazh Forte" and "Bioamid-3" were tested. The highest dry matter yield (271.2 g) was found in silage prepared without biological starter. Despite the fact that the silage without biological starter demonstrated the highest dry matter yield, its nutritional value was lower than that of the silage treated with Bioamide-3 preservative. The nutritional value of the silage fluctuated in the range from 0.85 to 0.89 feed units, which corresponded to Quality Class 1. The highest values of exchange energy (EE) and crude protein (CP) content were recorded in the silage treated with the Bioamide-3 preservative (10.46 MJ/kg and 15.33% of dry matter). Analysis of the fractional composition of fiber revealed the effect of preservatives on the content of neutral detergent fiber (NDF) in silage. In the variants with preservatives, a decrease in NDF to a level corresponding to Quality Class 2 (49.67-51.19%) was observed. At the same time, silage without preservatives was characterized by a high content of NDF and was classified according to Quality Class 3. A similar pattern was observed for acid detergent fiber (ADF) in the studied feed samples. Further research in this area will help optimize the silage process and increase the efficiency of feed use in animal husbandry.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]

с. 64-73

Табл. 2. Ил. 2. Библ. 15.

Оценка эффективности сушки сена бобово-злаковых трав

В.Е. Никифоров, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Estimation of legume-grass hay drying efficiency

Nikiforov, V. E.

e-mail: nfrv_123@mail.ru

Ключевые слова: сено, сушка, качество, питательность корма.

Keywords: hay, drying, quality, nutritional value of feed.

Реферат

Предметом исследований является способ сушки и качественные показатели качества сушки сена бобово-злаковых трав. Методика выполнения работы заключается в проведении экспериментальных исследованиях на основе сравнительного анализа полученных результатов лабораторных испытаний на качество образцов сена бобово-злаковых трав, полученных при различных способах досушки сена. Схема опыта включает варианты проверки качества образцов, полученных в результате искусственной сушки прессованного в рулонах и рассыпного сена, и образцов сена после естественной сушки в рассыпном виде на улице. В результате исследований показано преимущество влияния способа искусственной сушки сена из бобово-злаковых трав на показатели питательной ценности. Высокие значения содержания протеина в абсолютно сухом веществе составили в образцах искусственной сушки прессованного сена 17,4 г и в рассыпном виде 13,8 г. При обычной сушке сена содержание протеина снижается до 9,9 г. Полученные данные позволяют утверждать, что искусственная сушка в прессованном виде сена бобово-злаковых трав позволяет решить задачу улучшения качества кормов. Проведение заготовки высококачественного сена из бобово-злаковых трав наиболее эффективно реализуется при его искусственном досушивании в прессованном виде. Применение искусственной сушки сена в рулонах позволяет сократить время заготовки, снизить энергетические затраты, получить хорошее сено. Место исследования: Вологодская область.

Summary

The subject (or object) of the research is a method of drying and quality indicators of dried legume-grass hay. The procedure of the research consists in conducting experimental studies based on comparative analysis of the laboratory test results showing the quality of legume-grass hay samples dried in various ways. The experiment scheme includes options for checking the sample quality after artificial drying of roll-pressed hay and loose hay dried naturally outside. Results. The research shows the advantage of artificial legume-grass hay drying in relation to its nutritional value indicators. High protein values have been found in the artificially dried samples of pressed hay (17.41 g) and loose hay (13.88g) in its absolute dry matter. When using ordinary hay drying, the protein content has decreased to 9.9 g. The data obtained allow us to assert that artificial drying of pressed legume-grass hay makes it possible to solve the problem of improving the feed quality. Conclusions. The most effective way of making high-quality legume-grass hay is by its artificially drying in pressed form. Artificial drying of hay in rolls allows reducing the time of its making and energy costs as well as obtaining good quality hay. Research location: Vologda Oblast.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]

с. 74-86

Табл. 3. Библ. 19.

Формирование урожая столовой моркови при применении гуминовых препаратов

М.В. Соловьева, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия

Table Carrot Yields after Using Humic Preparations

Solov'eva M. V.,

smv@vgsa.ru

Ключевые слова: морковь столовая, всхожесть семян, гуминовые препараты, урожайность, качество продукции.

Keywords: table carrot, seed germination, humic preparations, yield, product quality.

Реферат

Повышение урожая и получение экологически чистой продукции столовой моркови в южной части Псковской области является на сегодняшний день весьма актуальной задачей. Целью работы явилось изучение влияния гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на урожайность гибридов столовой моркови в южной части Псковской области. В задачи исследований входило изучение влияния гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на начальный рост гибридов столовой моркови; изучение влияния гуминовых препаратов Гумат+7 и Гидрогумин на урожайность и качество продукции гибридов столовой моркови. Обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин проводилась на гибридах моркови Анастасия F1, Балтимор F1, Камаран F1 и Канада F1 трижды: в предпосевной подготовке семян, в фазу 3-4-х настоящих листьев и через 14 дней – некорневая подкормка растений. Контроль обработка семян и растений водой. Для обработки семян моркови брали препарат Гумат+7 – 10 мл/л воды и для некорневой подкормки растений дважды – 1 л/га, расход рабочего раствора 300 л воды. Препарата Гидрогумин при обработке семян использовали – 10 мл/ л воды и для некорневой подкормки растений дважды – 1 л/га, расход рабочего раствора 300 л воды. Установлено, что препараты Гумат+7 и Гидрогумин повышают полевую всхожесть семян гибридов моркови Анастасия F1, Балтимор F1, Камаран F1 и Канада F1 на 10–15%. Гибрид Балтимор F1 при применении препарата Гидрогумин на 6 дней раньше формировал

пучковый товар и на 9 дней раньше вступал в фазу технической спелости. Применение препарата Гидрогумин на гибриде Балтимор F1 приводило к наибольшему увеличению длины корнеплодов (+5,6%), диаметра (+21,0%) и массы (+13,0%). Обработка препаратами Гумат+7 и Гидрогумин семян, некорневая подкормка растений дважды увеличила урожайность гибридов моркови от 35,4 до 43,6 т/га. Прибавка урожая гибридов моркови к контролю составила от 1,2 до 7,2 т/га. Высокая урожайность 43,6 т/га (+20%) и доля стандартной продукции (93,6%) были получены при обработке препаратом Гидрогумин семян, некорневой подкормке растений дважды гибрида Балтимор F1. С применением препарата Гумат+7 прибавка урожая гибридов Анастасия F1, Балтимор F1, Камаран F1 и Канада F1 составила 3,5–6,5%. При обработке препаратом Гидрогумин гибриды Камаран F1 и Канада F1 увеличили сумму сахаров на 1,0 и 1,5%. Содержание нитратов в продукции гибридов моркови не превышало предельно допустимого уровня. Гибрид Балтимор F1 в варианте с применением препарата Гидрогумин снизил содержание нитратов на 41%.

Summary

Nowadays crop improvement and production of organic table carrots in the southern part of the Pskov oblast is relevant. The aim of the work is to study the effect of the Gumat+7 and Gydrogumin humic preparations on table carrot hybrid yield in the southern part of the Pskov oblast. The objectives of the research are to study the effect of the Gumat+7 and Gydrogumin preparations on the initial growth of table carrot hybrids as well as to study the effect of the Gumat+7 and Gydrogumin humic preparations on the yield and product quality of table carrot hybrids. The Anastasia F1, Baltimor F1, Kamaran F1 and Kanada F1 carrot hybrids have been treated with the Gumat +7 and Gydrogumin preparations three times: as a pre-sowing seed treatment, in the phase of 3-4 true leaves and after 14 days as a foliar plant fertilization. In the control group, the seeds and plants have been treated with water. For the carrot seed treatment, 10 ml of the Gumat + 7 preparation has been used per one liter of water and for foliar plant fertilization one liter of the Gumat + 7 has been used per a hectare, the working mixture consumption being 300 liters of water. The Gydrogumin preparation has been used for seed treatment in the amount of 10 ml per one liter of water and for twofold foliar plant fertilization in the amount of one liter per a hectare, the working mixture consumption being 300 liters of water. It has been established that the Gumat + 7 and Gidroгumin humic preparations increase the field germination of the Anastasia F1, Baltimor F1, Kamaran F1 and Kanada F1 carrot hybrids by 10.0-15.0%. When treated with the Gidroгumin preparation, the Baltimor F1 hybrid has formed a

bundle product 6 days earlier and entered the industrial ripeness phase 9 days earlier. The greatest increase in root length (+5.6%), in diameter (+21.0%) and in weight (13.0%) has been achieved after treating the Baltimor F1 hybrid with the Gidrogumin preparation. Seed treatment with the Gumat +7 and Gydrogumin as well as a twofold foliar plant fertilization have increased the yield of carrot hybrids from 35.4 to 43.6 t/ha. The carrot hybrid yield has increased and reached 1.2 -7.2 t/ha as compared with the control group. The highest yield of 43.6 t/ha (+20%) and the share of standard roots (93.6%) have been obtained after seed treatment with the Gydrogumin preparation and a twofold foliar plant fertilization of the Baltimor F1 table carrot hybrid. Application of the Gumat+7 preparation has resulted in yield increase of the Anastasia F1, Baltimor F1, Kamaran F1 and Kanada F1 hybrids by 3.5-6.5%. When treated with the Gidrogumin preparation, the sugar content has increased by 1.0 and 1.5% in the Kamaran F1 and Kanada F1 hybrids, respectively. The nitrate content in the carrot hybrids has not exceeded the maximum permissible level. The Baltimor F1 hybrid treated with the Gidrogumin preparation has reduced the nitrate content by 41%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 87-105
Табл. 6. Ил. 1. Библ. 21.

Использование пробиотика Actisaf sc 47 в кормлении лактирующих коров

М.В. Сыроватский, Д.В. Быков, А.В. Варина, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина

Use of the Probiotic Actisaf SC 47 in Feeding of Lactating Cows

Syrovatskiy, M.V.

mSyrovatskiy@mail.ru

Bykov, D.V.

bykovd73@mail.ru

Varina, A.V.

varina-anna@mail.ru

Ключевые слова: Actisaf SC 47, пробиотик, лактирующие коровы, продуктивность, качество молока, биохимия крови, экономическая эффективность.

Keywords: Actisaf SC 47, probiotic, lactating cows, productivity, milk quality, blood biochemistry, economic efficiency.

Реферат

Изучено влияние пробиотика Actisaf SC 47 на продуктивность, состав молока, биохимические параметры крови, поведение и экономическую эффективность у высокопродуктивных коров голштинской породы в условиях Московской области. В течение 90 суток проводился производственный опыт на 40 животных, распределённых по принципу пар-аналогов в контрольную и опытную группы по 20 голов. Животные опытной группы получали основной рацион с включением пробиотика в дозе 10 г/гол./сут. Учёт удоя и анализ молока проводились ежемесячно, биохимия крови определялась в три этапа, фиксировались показатели поведения и поедаемости. Среднесуточный удой в опытной группе превысил контроль на 2,9 кг (37,6 против 34,7 кг), что составляет 8,4%. Установлено увеличение содержания жира в молоке на 7,1% (4,06 против 3,79 %), белка – на 3,1%, лактозы – на 3,0%, СОМО – на 3,1%. Биохимический анализ показал повышение общего белка (с 74,8 до 78,5 г/л), глюкозы (с 2,81 до 3,09 ммоль/л), кальция (с 2,30 до 2,41 ммоль/л) и фосфора (с 1,68 до 1,79 ммоль/л), что свидетельствует об

улучшении обменных процессов. Поведенческие наблюдения зафиксировали увеличение продолжительности жвачки на 14 мин/сут. и рост поедаемости сухого вещества на 4,1%. Экономический расчёт показал прирост выручки на 167 тыс. руб. и прибыли – на 131 тыс. руб. при дополнительных затратах на пробиотик 36 тыс. руб. Рентабельность в опытной группе составила 129,1% против 119,9% в контроле. Установлена эффективность применения Actisaf SC 47 как средства повышения молочной продуктивности, физиологической стабильности и экономической отдачи при сохранении биологической безопасности.

Summary

The present work analyzes the effect of the Actisaf SC 47 probiotic on productivity, milk composition, blood biochemical parameters, behavior and economic efficiency of high-producing Holstein cows under conditions of the Moscow Region. Forty animals have been taken for a 90-day farming experiment. The cows have been divided into control and experimental groups of 20 ones each, matched by analog pairs. The experimental group has been given the basal diet supplemented with the probiotic at a dose of 10 g/head/day. Milk yield and milk composition have been recorded monthly; blood biochemical parameters have been measured in three stages; behavior and feed intake have been monitored. Average daily milk yield in the experimental animal group has exceeded the control one by 2.9 kg (37.6 vs. 34.7 kg), amounting to an 8.4% increase. Milk fat content has increased by 7.1% (4.06% vs. 3.79%), protein - by 3.1%, lactose - by 3.0%, and solids-not-fat - by 3.1%. The biochemical analysis has revealed high levels of total protein (from 74.8 to 78.5 g/L), glucose (from 2.81 to 3.09 mmol/L), calcium (from 2.30 to 2.41 mmol/L), and phosphorus (from 1.68 to 1.79 mmol/L), indicating improved metabolic processes. Behaviour observations have shown extended rumination duration by 14 min/day and increased dry matter intake by 4.1%. Economic analysis has indicated a revenue increase by 167 thousand rubles and a profit gain by 131 thousand rubles, with additional probiotic costs of 36 thousand rubles. Profitability in the experimental group has reached 129.1% compared to 119.9% in the control one. The use of Actisaf SC 47 has proved to be effective in increasing milk productivity, physiological stability as well as economic return while maintaining biological safety.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 106-127
Табл. 3. Ил. 3. Библ. 21.

Анализ питательных веществ и кормовой ценности заготовленных кормов в регионах Вологодской области

П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева, Вологодский научный центр Российской академии наук

Analysis of Nutrients and Feed Value of Forages Harvested in the Regions of the Vologda District

Fomenko, P. A.
szniikorma@mail.ru
Bogatyreva, E. V.
szniikorma@mail.ru

Ключевые слова: объемистые корма, питательность, чистая энергия лактации, кормовая ценность.

Keywords: bulky feeds, nutritional value, net energy for lactation, feed value.

Реферат

В современном животноводстве обеспечение животных качественными и сбалансированными кормами является основой высокой продуктивности и крепкого здоровья. Среди разнообразия кормов особое место занимают силос, силаж и сенаж – объемистые корма, получаемые путем консервирования зеленой массы. Задача кормопроизводства состоит в обеспечении животных кормами, которые отвечают определенным стандартам питательной ценности. В частности, сухое вещество кормов должно содержать 10,50–11,00 МДж обменной энергии, 15,00–18,00% сырого протеина для кормов из злаковых культур и 18,00–23,00% сырого протеина для кормов из бобовых. Достижение этих показателей является необходимым условием для обеспечения высокого уровня продуктивности крупного рогатого скота без необходимости чрезмерного использования концентратов. Данное исследование было направлено на изучение пищевой ценности грубых кормов, произведенных в разных частях Вологодской области (Вологодском, Грязовецком, Шекснинском районах) и из разных видов трав (многолетних злаковых, смешанных злаково-бобовых и чисто бобовых). Содержание сухого вещества варьируется от 407,2 до 483,9 г/кг по видам трав. Обменная энергия варьируется от 8,77 до 9,34 МДж/кг СВ. NEL

(чистая энергия лактации) колеблется от 4,07–4,33 МДж/кг. Содержание сухого вещества в силосе варьировалось в пределах от 203,4 до 329,7 г/кг СВ. Содержание сырого протеина, являющегося важнейшим показателем для оценки качества корма, находилось в диапазоне от 7,81 до 16,33% СВ. Показатели обменной энергии (10,1–11,2 МДж/кг СВ) и чистой энергии лактации (4,72–5,2 МДж/кг СВ). Содержание клетчатки также варьировалось в широких пределах – от 20,86 до 29,40%. Эти результаты подчеркивают важность учета типа травы и района заготовки при оценке питательной ценности кормов и составлении рационов для скота. Знание этих параметров позволяет более точно сбалансировать рацион, оптимизировать продуктивность животных и снизить потребность в добавках.

Summary

In modern animal husbandry, providing animals with high-quality and balanced feed is the basis for high productivity and good animal health. Among the variety of feeds, a special place is occupied by silage, prewilted silage and haylage – bulk feeds obtained by preserving green mass. The task of feed production is to provide animals with feed that meets certain standards of nutritional value. In particular, the dry matter of feed should contain 10.50-11.00 MJ of exchange energy, 15.00-18.00% of crude protein for feed from cereal crops, and 18.00-23.00% of crude protein for feed from legumes. Achieving these indicators is a prerequisite for ensuring a high level of cattle productivity without excessive use of concentrates. The study is aimed at investigating the nutritional value of roughage produced in different parts of the Vologda District (the Vologda, Gryazovets, and Sheksna Regions) from different kinds of grass (perennial cereals, vetch-grass mixtures, and pure legumes). The dry matter content varied from 407.2 to 483.9 g/kg depending on the grass species. The exchange energy varied from 8.77 to 9.34 MJ/kg of dry matter. NEL (net energy for lactation) ranged from 4.07-4.33 MJ/kg. The dry matter content in silage varied from 203.4 to 329.7 g/kg of dry matter. The crude protein content, which is the most important indicator for assessing feed quality, ranged from 7.81% to 16.33% of dry matter. Metabolic energy ranged from 10.1 to 11.2 MJ/kg of dry matter and net energy for lactation varied from 4.72 to 5.2 MJ/kg of dry matter. Fiber content also varied widely – from 20.86% to 29.40%. These results highlight the importance of considering grass type and harvesting region when assessing the nutritional value of forages and formulating diets for livestock. Knowing these parameters allows for more accurate ration balancing, optimized animal productivity, and reduced need for supplements.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 128-142
Табл. 3. Библ. 5.

Влияние азотсодержащей добавки на продуктивность и показатели крови высокопродуктивных коров

Д.Н. Шипиш, В.А. Бильков, М.В. Механикова, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина
Е.А. Третьяков, Вологодский научный центр» Российской академии наук

Effect of the nitrogen-containing additive on productivity and blood parameters of highly productive cows

Shipish D. N.,
dnmok-a@mail.ru
Bil'kov V. A.,
vab1725@yandex.ru
Mekhanikova M. V.,
mehanikovamv@molochnoe.ru
Tret'yakov E. A.
evgen-tretyakov@yandex.ru

Ключевые слова: молочная продуктивность, добавка, коровы, биохимия крови, обмен веществ.

Keywords: milk productivity, additive, cows, blood biochemistry, metabolism.

Реферат

Высокопродуктивные коровы требуют повышенного количества протеина, однако традиционные источники белка не всегда обеспечивают оптимальное усвоение азота рубцовой микрофлорой. Современные добавки, такие как «Оптиген», лишены недостатков ранних аналогов и позволяют эффективно регулировать азотистый обмен у животных. Научно-производственный опыт проводился в период с февраля по июнь 2024 года на базе племенного завода по разведению голштинской породы. В качестве объектов исследования были отобраны коровы, которые ещё в фазе сухостоя были распределены по методу пар-аналогов в контрольную и опытную группы по 15 голов. Добавку начали вводить в корм опытной группы за 20 дней до отёла в количестве 50 г/гол./сут., а после отёла дозу увеличили до 100 г/гол./сут. Анализ продуктивности коров показал, что у животных опытной группы наблюдались более высокие показатели по большинству исследуемых параметров. В опытной группе был зафиксирован среднесуточный удой 38,4 кг, что на 3,5% выше, чем в контрольной

группе. Разница между группами по валовому надою за период опыта составила 161 кг. Опытная группа превышала контрольную по массовой доле жира в молоке на 0,41%, а белка – на 0,08%. По среднесуточному удою базисной жирности разница между группами была на уровне 5,9 кг. Продукция молочного жира от опытной группы коров выше, чем в контрольной на 16,4%, а белка – на 6,2%. Скармливание кормовой добавки «Оптиген» улучшает клеточный состав крови, повышает содержание эритроцитов на 0,67 млн/мм³, сегментоядерных нейтрофилов на 11,74%, гемоглобина на 13,5 г/л, общего белка на 16,36%, щелочного резерва на 4,8%, гамма-глобулинов на 3,26% в сыворотки крови, кальция и фосфора по сравнению с контрольной группой. Применение добавки «Оптиген» в дозе 100 г/гол/сут в рационах новотельных коров голштинской породы повышает молочную продуктивность на 3,5–16,1%, оптимизирует белковый и минеральный обмен, улучшает показатели крови.

Summary

High-yielding cows require increased amounts of protein, but traditional protein sources do not always provide optimal nitrogen absorption by the rumen microflora. Modern additives, such as the Optigen additive, are free from the disadvantages of earlier analogues and can effectively regulate nitrogen metabolism in animals. The research and production experiment has been carried out in the period from February to June 2024 at a Holstein breeding farm. The research subjects are dry cows divided into the control and experimental groups of 15 animals each using the pair-analogue method. The additive has been introduced into the feeds of the experimental group 20 days before calving in the amount of 50 g/head/day, and after calving the dose has been increased to 100 g/head/day. The analysis of cow productivity has shown that the animals of the experimental group have had higher rates for most of the studied parameters. The average daily milk yield in the experimental group has reached 38.4 kg, which is 3.5% higher than in the control group. The difference between the groups in gross milk yield over the experimental period has been 161 kg. The experimental group has exceeded the control group in the mass fraction of fat in milk by 0.41%, and protein by 0.08%. In terms of average daily milk yield of basic fat content, the difference between the groups has been 5.9 kg. Milk fat production from the experimental group of cows has been 16.4% higher than in the control group, and protein by 6.2%. Introduction of the Optigen feed additive improves the cellular blood composition, increases the erythrocyte content by 0.67 million / mm³, segmented neutrophil content by 11.74%, hemoglobin by 13.5 g / l, total protein by 16.36%, alkaline reserve by 4.8%, gamma globulins by 3.26% in the blood serum, calcium and phosphorus compared to the control group. The use of the Optigen additive in a dose of 100 g / head / day in the diets of freshly calved Holstein cows increases milk productivity by 3.5-16.1%, optimizes protein and mineral metabolism and improves blood parameters.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 143-156
Табл. 2. Ил. 3. Библ. 15.

Исследование процесса сквашивания молочной основы с повышенным содержанием белка в присутствии дигидрокверцетина

А.В. Боброва, А.Д. Шибарева, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

А.А. Абабкова, Учебно-опытный молочный завод Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина»

Study of the fermentation process of milk base with increased protein content in the presence of dihydroquercetin

Bobrova, A.V.

anna.chekaleva@mail.ru

Shibareva, A.D.

al.shockotova2015@yandex.ru

Ababkova A.A.

primadonna.88@yandex.ru

Ключевые слова: пахта, фракционирование, белковый концентрат, дигидрокверцетин, сквашивание, кисломолочный продукт.

Keywords: buttermilk, fractionation, protein concentrate, dihydroquercetin, fermentation, fermented milk product.

Реферат

Экспериментальные исследования проводили в условиях Вологодской области. Объектами исследования служили: молочная основа с массовой долей белка 5%, обогащенная дигидрокверцетином и заквашенная микроорганизмами *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus*. Основа содержала пахту и белковый концентрат, полученный путем фракционирования пахты яблочным пектином. Целью работы являлось изучение процесса сквашивания молочной основы, содержащей пахту и белковый концентрат, полученный путем фракционирования пахты полисахаридом в присутствии дигидрокверцетина. Для этого перед пастеризацией в образцы с молочной основой вносили порошок функционального ингредиента в разных количествах: 7,5 мг дигидрокверцетина на 100 г продукта; 12,5 мг – на 100 г продукта; 25,0 мг – на 100 г продукта. Один образец служил контрольным без до-

бавления дигидрокверцетина. После охлаждения молочной основы до температуры заквашивания вносили закваску на основе *Lactobacillus acidophilus* и *Streptococcus thermophilus* в количестве 5% от массы смеси, далее изучали процесс сквашивания. В процессе исследования не было выявлено заметных отличий в скорости нарастания титруемой кислотности и снижения активной кислотности между контрольным и опытными образцами. Определение удельной электропроводимости во время сквашивания образцов показало, что в первый час сквашивания она поднималась достаточно медленно на (0,08–0,36) мСм/см, на третий час резко возросла на (1,25–1,35) мСм/см и увеличивалась до окончания сквашивания. Результаты определения удельной электропроводимости соответствуют фазам размножения молочнокислых микроорганизмов, что позволяет использовать данный показатель для косвенного определения их развития. Исследование количества молочнокислых бактерий в смеси после внесения закваски и в готовом продукте показало, что дигидрокверцетин не оказывает влияния на развитие ацидофильной палочки и термофильного стрептококка. Определение синергической способности сгустков выявило зависимость от содержания дигидрокверцетина. Объем выделившейся сыворотки находился на низком уровне и составил 1,2–2,8%. Видимое возрастание влагоудерживающей способности сгустков по мере увеличения дигидрокверцетина в молочной основе может быть связано с образованием связей между компонентами пахты и дигидрокверцетином.

Summary

The experimental studies have been carried out in the Vologda region. The objects of study are milk base with a protein content of 5%, enriched with dihydroquercetin and fermented with *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus* microorganisms. The milk base has contained buttermilk and protein concentrate derived by fractionating of buttermilk with apple pectin. The aim of the work is to study the fermentation process of a milk base containing buttermilk and protein concentrate derived by fractionating of buttermilk with a polysaccharide (hereinafter referred to as the milk base) in the presence of dihydroquercetin. For this purpose, dihydroquercetin powder has been added before pasteurization to the milk base samples in different amounts: 7.5 mg of dihydroquercetin per 100 g of product; 12.5 mg of dihydroquercetin per 100 g of product; 25.0 mg dihydroquercetin per 100 g. One sample has been taken as a control one without adding dihydroquercetin. After cooling the milk base to the fermentation temperature, a starter culture based on *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus* has been added in an amount of 5% of the mixture weight, then the fermentation process has been

studied. During the study, no noticeable differences in the rate of titratable acidity increase or in active acidity decrease have been found between the control and experimental samples. Determination of the specific electrical conductivity during the fermentation of the samples have shown that in the first hour of fermentation, the specific electrical conductivity rose quite slowly by (0.08-0.36) mS/cm, in the third hour it has increased sharply by (1.25-1.35) mS/cm and has been increasing until the end of fermentation. The determinations of the specific electrical conductivity correspond to the reproduction phases of lactic acid microorganisms, which allows using this indicator for indirect establishment of their development. Examination of the amount of lactic acid bacteria in the mixture after adding the starter and in the finished product has shown that dihydroquercetin does not affect the development of acidophilus bacillus or thermophilic streptococcus. Determination of the synergetic capacity of clots has shown its dependence on dihydroquercetin amount. The volume of separated whey has been low and amounted to 1.2–2.8%. The apparent increase in the water-holding capacity of clots as the dihydroquercetin content in the milk base increases may be due to the formation of bonds between the components of buttermilk and dihydroquercetin.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 158-174
Табл. 8 Ил. 1. Библ. 19.

Влияние температуры и продолжительности пастеризации на вязкость белкового витаминизированного желированного продукта

Т.Ю. Бурмагина, Н.О. Матвеева, Д.С. Габриелян, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

The influence of temperature and duration of pasteurization on the viscosity of a protein vitaminized jellied product

Burmagina, T.Yu.
burmagina.t.yu@2.molochnoe.ru
Matveeva, N.O.
natalia.natashonok@yandex.ru
Gabrielyan, D.S.
dg050272@yandex.ru

Ключевые слова: желированный продукт, творожная сыворотка, технологическое оборудование, технологический процесс, пастеризация, скребковый теплообменник, емкостной теплообменник.

Keywords: jellied product, curd whey, technological equipment, technological process, pasteurization, scraper heat exchanger, capacitive heat exchanger.

Реферат

Поликомпонентный состав продукта и взаимодействие ингредиентов в процессе технологической обработки влияют на реологические и сенсорные свойства обрабатываемой пищевой системы и, как следствие, свойства готового продукта. В значительной степени структурно-механические свойства продуктов, в составе которых присутствуют сывороточные белки и загустители, зависят от параметров технологических процессов. Так, в случае пастеризации представляет интерес исследование влияния ее температуры и продолжительности на изменение вязкости готового продукта. Объектами исследования выступали образцы обогащенного белкового желированного продукта. Математическую обработку экспериментальных данных проводили по результатам опытов в 3–5-кратной повторности с помощью методов статистики и регрессионного анализа с использованием персонального компьюте-

ра и пакета программного обеспечения «Microsoft Excel», «Statistica». Для эффективной постановки опытов и оптимизации состава продукта использовали метод математического планирования эксперимента. Вязкость продуктов определяли методом ротационной вискозиметрии. Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 32901-2014. В результате планирования двухфакторного эксперимента была получена математическая модель объекта исследования. Установлено, что при повышении температуры и продолжительности пастеризации вязкость продукта возрастает. Коэффициенты регрессионной модели показывают значимость обоих параметров, но подтверждают больший вклад параметра продолжительности пастеризации перед температурой. На основе полученной модели определены оптимальная температура и продолжительность пастеризации при производстве белкового витаминизированного желированного продукта. Кроме того, учитывая требования к допустимому уровню содержания КМАФАнМ в продукте и результаты микробиологического анализа, установлен режим пастеризации: температура (74 ± 2) °С и продолжительность от 2 до 5 минут с использованием оборудования емкостного типа. Полученные результаты были положены в основу разработки технологии производства проектируемого продукта.

Summary

The multicomponent product composition and the ingredient interaction occurring in technological processing affect the rheological and sensory properties of the processed food system and, as a result, properties of the finished product. Structural and mechanical properties of products containing whey proteins and thickeners depend on the technological process parameters to a considerable extent. Thus, in the case of pasteurization, it is of interest to study the effect of its temperature and duration on viscosity changes in the finished product. The research objects are samples of an enriched protein jellied product. The experimental data have been mathematically calculated with the account of the experiment results in 3-5-fold repetition by using statistical methods and regression analysis with the help of a personal computer and Microsoft Excel and Statistica software packages. The method of mathematical experiment planning has been used to carry out effective experiments and optimize the product composition. The viscosity of the products has been determined by using the rotational viscometry method. Microbiological parameters have been determined according to State Standard (GOST) 32901-2014. As a result of planning a two-factor experiment, a mathematical model of the research object has been generated. It has been established that as the temperature and duration of pasteurization increase, the viscosity

of the product increases. The coefficients of the regression model show the significance of both parameters, but confirm the greater advantage of the pasteurization duration parameter over temperature. Taking into account the generated model and microbiological parameters, the authors have determined the optimal temperature and duration of pasteurization in manufacturing a protein vitaminized jellied product. In addition, taking into account the requirements for the permissible level of the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganism content in the product and the results of microbiological analysis, the pasteurization mode has been set: temperature $(74 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ and duration of 2-5 minutes with the use of capacitive type equipment. The results obtained have been used as the basis for developing a production technology for the projected product.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 176-186
Табл. 1. Ил. 1. Библ. 13.

Роль температурного фактора в гидратации пищевого казеината

А.Л. Новокшанова, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи

The Role of the Temperature Factor in Hydration of Food Caseinate

Novokshanova, A. L.
novokshanova@ion.ru

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, продукты энтерального питания, белки, казеинат пищевой, казеинат натрия, продолжительность растворения.

Keywords: specialized food products, enteral food products, proteins, food caseinate, sodium caseinate, dissolution time.

Реферат

Распространенным направлением моделирования формул специализированных пищевых продуктов, в частности продуктов энтерального питания, является введение в их рецептуры белков, обладающих высоким аминокислотным рейтингом, например белков молочного происхождения. Основанием служит не только высокая пищевая ценность, но и хорошая усвояемость этих белков. В производстве жидких продуктов энтерального питания диспергирование ингредиентов рецептуры в воде является необходимой стадией технологического процесса. В случае производства сухих продуктов энтерального питания их следует восстанавливать в воде перед употреблением.

Объектом данного исследования выбран этап гидратации казеината натрия с массовой долей белка 58,53% (Россия). Цель работы состояла в изучении влияния температурного фактора и концентрации казеината натрия на скорость его гидратации. В задачи исследований входило получение водных дисперсий с разным содержанием казеината натрия в различных температурных условиях, математическая обработка и анализ экспериментальных данных. Предметами исследования служили водные дисперсии казеината натрия. Вариативные факторы: концентрация казеината натрия от 1 до 10% с шагом 1% и температура диспергирования 40, 60 и 80 °С. Контролируемый показатель – про-

должительность растворения пищевого казеината. В условиях данного эксперимента гидратация казеината натрия была осуществима при 40 °С. Однако только при концентрации ингредиента 1 и 2% продолжительность растворения была приемлемой для подготовки смеси при восстановлении дома или в стационаре и составляла 15 и 17 минут соответственно. При более высоком содержании казеината натрия в составе смеси процесс значительно удлинялся и при массовой доле ингредиента 10% достигал 57 минут. Сокращение процесса растворения достигнуто при 80 °С. Такой температурный режим применим в технологии производства жидкой формы продуктов энтерального питания и может быть совмещен с процессом пастеризации смеси.

Summary

A widely accepted direction in developing formulas of specialized food products, in particular enteral food products, is the introduction of proteins with a high amino acid value, such as dairy proteins, into their formulations. The basis is not only the high nutrition value of the proteins, but also their good digestibility. In the production of liquid enteral food products, the dispersion of the formulation ingredients in water is a necessary stage of the technological process. In the case of the production of dry enteral food products, they should be reconstituted in water before use. The object of the study was the stage of hydration of sodium caseinate with a protein mass fraction of 58.53% (Russia). The aim of the work was to study the effect of the temperature factor and the concentration of sodium caseinate on the rate of its hydration. The objectives of the research included obtaining aqueous dispersions with different contents of sodium caseinate under various temperature conditions, mathematical processing, and analysis of experimental data. The objects of the study were aqueous dispersions of sodium caseinate. Variable factors were the sodium caseinate concentration from 1 to 10% in increments of 1% and dispersion temperature of 40, 60 and 80 °C. Controlled parameter was the duration of food caseinate dissolution. Under the conditions of the experiment, sodium caseinate hydration was feasible at 40 °C. However, only at the ingredient concentration of 1 and 2% the dissolution duration was acceptable for preparing the mixture for reconstitution at home or in hospital and was 15 and 17 minutes, respectively. At higher sodium caseinate content in the mixture, the process was significantly lengthened and at the ingredient mass fraction of 10% it reached 57 minutes. The dissolution time was reduced at 80 °C. Such temperature conditions are applicable in the technology of production of liquid enteral food products and can be combined with the process of mixture pasteurization.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]
с. 187-202
Ил. 2. Библ. 22.

Особенности формирования показателей качества продуктов маслоделия, произведенных из сливок, подверженных ферментативному гидролизу

Топникова Е.В., Никитина Ю.В., Овчинникова Е.Г., Муничева Т.Э., Всероссийский научно-исследовательский маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбачева» РАН, Углич

Characteristics of Development of Quality Parameters for Butter Products Made from Cream Subjected to Enzymatic Hydrolysis

Topnikova, E. V.
e.topnikova@fncps.ru
Nikitina, Yu. V.
yu.nikitina@fncps.ru

Ключевые слова: сливки, лактоза, β -галактозидаза, условия гидролиза, степень гидролиза, сливочное масло, масляные пасты.

Keywords: cream, lactose, β -galactosidase, hydrolysis conditions, degree of hydrolysis, butter, butter pastes.

Реферат

Ферментативный гидролиз лактозы рассматривают как эффективный способ получения низколактозных и безлактозных молочных продуктов. Данный технологический прием применим при производстве, как сливочного масла разной жирности, так и масляных паст, получаемых из ферментированных сливок. В статье приводятся результаты оценки гидролиза лактозы в пастеризованных сливках-сырье при разных дозах внесения фермента β -галактозидазы, полученные в условиях температурного диапазона, применяемого при созревании и промежуточном резервировании сливок перед выработкой продуктов маслоделия. Результаты приведены на примере сливок с массовой долей жира (40 ± 2)%; в качестве фермента использовали β -галактозидазу в жидкой форме активностью 20000 ед./мл, доза которой колебалась в диапазоне от 0.04 до 0.31%. В сливках оценивали массовую долю лактозы до и после гидролиза, определяли степень гидролиза. Результаты исследований показали, что выбор дозы фермента предопределяется

условиями ферментирования сливок (температура и продолжительность), а также заданным уровнем степени гидролиза лактозы в них. Получены математические зависимости дозы фермента для температурных режимов $(5 \pm 1) ^\circ\text{C}$ и $(10 \pm 1) ^\circ\text{C}$, обеспечивающих достижение степени гидролиза лактозы в сливках 80% и 100%. Полученные из таких сливок масляные пасты и сливочное масло имели высокие показатели качества и безопасности, их отличительной характеристикой являлась выраженность сладковатого привкуса.

Summary

Enzymatic hydrolysis of lactose is considered to be an effective way to produce low-lactose and lactose-free dairy products. This technological method is applicable in the production of both butter of different fat content and butter pastes obtained from fermented cream. The article presents the results of evaluating the hydrolysis of lactose in pasteurized raw cream at different doses of the β -galactosidase enzyme, obtained under the temperature range used during cream ripening and intermediate holding before manufacture of butter products. The results are shown on the example of cream with a mass fraction of fat $(40 \pm 2) \%$; as an enzyme the β -galactosidase in liquid form with an activity of 20,000 units/ml has been used, the dose of which has ranged from 0.04 to 0.31%. The mass fraction of lactose in cream has been evaluated before and after hydrolysis, the degree of hydrolysis has been determined too. The research results have showed that the choice of the enzyme dose is determined by the conditions of cream fermentation (temperature and duration), as well as by a given level of degree of lactose hydrolysis in them.

Mathematical relationship of the enzyme dose for temperature conditions have been obtained $(5 \pm 1) ^\circ\text{C}$ and $(10 \pm 1) ^\circ\text{C}$, ensuring the achievement of a degree of lactose hydrolysis in cream of 80% and 100%. The butter pastes and butter obtained from such cream have had high quality and safety parameters; the distinctive characteristic of them has been the intensity of sweetish taste.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]

с. 204-216

Табл. 1. Ил. 3 Библ. 14.

Пенообразующие свойства систем на основе белков молочной сыворотки

Е.В. Хайдукова, Е. И. Христенко, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина

А.Л. Новокшанова, Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии; Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина

Foaming Properties of Systems Based on Whey Proteins

Khaydukova, E. V.

e.haidukowa@yandex.ru

Khristenko, E. I.

katemeizunote6@gmail.com

Novokshanova, A. L.

alnovokshanova@gmail.com

Ключевые слова: мороженое, сухая подсырная сыворотка, концентрат сывороточных белков, пищевая и энергетическая ценность, рецептура, взбитость.

Keywords: ice cream, cheese whey powder, whey protein concentrate, nutritional and energy values, formulation, overrun.

Реферат

Рассмотрены актуальные аспекты разработки рецептуры мороженого с улучшенной пищевой ценностью. Объектами исследования служили смеси для мороженого сформированные из сухой подсырной сыворотки (СПС) и концентрата сывороточных белков молока с массовой долей белка 80% (КСБ-УФ-80). Физико-химические показатели молочного сырья определяли стандартными методами, пищевую и энергетическую ценность образцов – расчетным методом. Растворимость СПС и КСБ-УФ-80 оценивали визуально по исчезновению их включений в системах, способность систем образовывать взбитые структуры – по двум показателям: взбитости и кратности пен. Сухие ингредиенты вносили в воду при температуре (20 ± 1) °С, непрерывно помешивая. Затем образцы пастеризовали при температуре (65 ± 2) °С и выдержке 30 сек. Далее образцы охлаждали до температуры (20 ± 1) °С, дегустировали и подвергали взбиванию. Образцы, содержащие по 28,5% сухих веществ,

имели жидкую консистенцию. В образцах с массовой долей сухих веществ 38,0% консистенция была вязкой, сиропообразной. В образцах, где содержание КСБ-УФ-80 составляло по 20 г в 100 г восстановленной смеси, дегустаторами был отмечен солоноватый и горьковатый привкусы. Образцы, в которых содержание КСБ-УФ-80 составляло 10 г, а содержание СПС – 20 г в 100 г восстановленной смеси не имели недостатков вкуса и были приятными и сладковатыми. Эти же образцы обладали лучшими пенообразующими свойствами, несмотря на то что имели меньшее из всех вариантов содержание белка – 10%. Наименьшую взбитость и кратность пен имели образцы, в которых массовая доля сухих веществ составляла 38%. Установлено, что в системах из воды, СПС и КСБ-УФ-80 для создания пенных структур решающими были два фактора: массовая доля сухих веществ в смеси и массовая доля белка в водной фазе образцов.

Summary

The article considers current aspects of developing a formulation for ice cream with improved nutritional value. The objects of the study were ice cream mixtures formed from cheese whey powder (CWP) and whey protein concentrate with a protein mass fraction of 80% (WPC-UF-80). Physical and chemical parameters of milk raw materials were determined by standard methods, nutritional and energy values of samples were determined by calculation one. The solubility of CWP and WPC-UF-80 was assessed visually by the dissolution of their inclusions in the systems. The ability of the systems to form whipped textures was assessed by two parameters: overrun and expansion factors. Dry ingredients were added to water at a temperature of (20 ± 1) °C, stirring continuously. Then the samples were pasteurized at a temperature of (65 ± 2) °C and held for 30 sec. After that the samples were cooled to a temperature of (20 ± 1) °C, tasted and whipped. The samples containing 28.5% of dry matter had a liquid consistency. In the samples with a dry matter mass fraction of 38.0%, the consistency was viscous and syrupy. In the samples where the content of WPC-UF-80 was 20 g per 100 g of the reconstituted mixture, the tasters noted a salty and bitter taste. The samples in which the content of WPC-UF-80 was 10 g, and the content of CWP was 20 g per 100 g of the reconstituted mixture had no taste deficiencies and were pleasant and sweetish. These same samples had the best foaming properties, despite the fact that they had the lowest protein content of 10% of all the options. The lowest overrun and expansion factor were found in the samples in which the mass fraction of dry matter was 38%. It was established that in systems of water, CWP and WPC-UF-80, two factors were decisive for the creation of foam structures: the mass fraction of dry matter in the mixture and the mass fraction of protein in the aqueous phase of the samples.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, № 2 (58)]

с. 218-232

Табл. 1. Библ. 24.

Анализ известных способов очистки молочной сыворотки

В.А. Шохалов, А.И. Гнездилова, Т.С. Демидова, Ю.А. Овечкина,
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени
Н.В. Верещагина

Analysis of known methods of whey clarification

Shokhalov, V. A.

v_shohalov@mail.ru

Gnezdilova, A. I.

gnezdilova.anna@mail.ru

Demidova, T. S.

tanydem04@gmail.com

Ovechkina, Y. A.

iuliia.buzhorianu@yandex.ru

Ключевые слова: молочный, сыворотка, белки, коагуляция.

Keywords: dairy, whey, proteins, coagulation.

Реферат

На основе анализа нутриентного состава молочной сыворотки показана целесообразность её переработки на пищевые продукты. Обоснована необходимость очистки сыворотки от балластных веществ в производстве молочного сахара. Приведены аргументы о необходимости предварительного удаления казеиновой пыли и других взвешенных частиц механическими и химическими методами перед мембранной обработкой молочной сыворотки. Проведён обзор патентной информации и дана сравнительная оценка эффективности выделения белков из сыворотки различными способами осветления с помощью химических реагентов, полисахаридов и растительных экстрактов. Установлено, что все способы осветления включают термическую обработку с целью коагуляции белков. Максимальная эффективность, достигаемая известными способами осветления, составляет 85%. Для повышения эффективности очистки целесообразно использовать комбинации различных химических осаждающих реагентов. Наиболее эффективным является комплексный метод осветления молочной сыворотки химическими реагентами с последующим использованием мембранных методов обработки.

Summary

The article shows the expediency of milk whey processing for food products on the basis of whey nutrient composition analysis. The authors justify the need of whey clarification from ballast substances in milk sugar production. The work submits arguments for the necessity of preliminary removal of casein dust and other suspended particles by mechanical and chemical methods prior to membrane treatment of milk whey. It also presents patent information review and gives a comparative evaluation of the efficiency of protein extraction from whey by using different clarification methods with chemical reagents, polysaccharides and plant extracts. It has been established that all clarification methods include heat treatment to coagulate proteins. The maximum efficiency achieved by known clarification methods is 85%. It is advisable to use combinations of different chemical precipitating reagents to increase the clarification efficiency. The most effective method of whey clarification is a complex one that uses chemical reagents, being followed by membrane treatment methods.

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 А4, 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.