

Традиции,

Kareembco,

Genex

№4(60), IV кв. 2025

<http://molochnoe.ru/journal>

МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ВЕСТНИК

ISSN 2225-4269

Читайте в номере:

- Оплата удобрений продуктивностью культур севооборота как показатель эффективности их применения
- Обзор данных по изменениям показателей гемостаза у коров с ортопедической патологией
- Влияние систем удобрения на разных фонах кислотности на урожайность и показатели качества зелёной массы вико-овсяной смеси

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

№4 (60), 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: Усков Владимир Сергеевич, кандидат экономических наук, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

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

Усанова Зоя Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Академик Российской Академии 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

Телефон: (8172) 52-53-06

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

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

Регистрационные сведения

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

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

Издание «Молочнохозяйственный вестник» включено в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук распоряжением Минобрнауки России от 1 июля 2019 г. № 248-р

Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор объекта DOI

Журнал включен в международную базу данных AGRIS

(International Information System for the Agricultural science and technology)

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

Dairy Farming Journal

№4 (60), 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: Uskov Vladimir Sergeevich, PhD in Economics, Vologda State Medical and Agricultural Academy

Editorial Board:

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

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

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

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

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

Novokshanova Alla L'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)

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

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

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

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

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

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

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

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

Tel.: (8172) 52-53-06

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

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

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

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

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

All journal articles are assigned the digital object identifier DOI

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

Содержание

Content

Чухина О.В., Васильева А.С., Демидов Н.С. Оплата удобрений продуктивностью культур севооборота как показатель эффективности их применения	9
Chukhina, O.V., Vasil'eva, A. S., Demidov, N. S. Payment for fertilizers by productivity of rotation crops as an indicator of their application efficiency	21
Зенкова Н.В., Абрамова Н.И. Продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской породы в условиях Европейского Севера России	22
Zenkova N. V., Abramova N. I. The Duration of Economic Use of Black-and-White and Holstein Cows under the Conditions of the European North of Russia	35
Безгодова И.Л., Куликова Е.И., Прядильщикова Е.Н. Выращивание малораспространённой культуры суданской травы в одновидовом и бинарных посевах в условиях Вологодской области	36
Bezgodova, I.L., Kulikova, E.I., Pryadil'shchikova, E.N. Growing the rare crop of Sudan grass in single and binary crops in the conditions of the Vologda region	53
Рассохина И.И., Сухарева Л.В., Платонов А.В. Оценка действий жидкого гуминового препарата «Онежский» на ростовые и продуктивные показатели ячменя	55
Rassokhina I.I., Sukhareva L.V., Platonov A.V. Evaluation of the Onezhskiy liquid humic preparation effect on the growth and productive indicators of barley (<i>Hordeum vulgare</i>)	67
Ошуркова Ю.Л., Магомедова В.С., Ошуркова М.Н. Обзор данных по изменениям показателей гемостаза у коров с ортопедической патологией	68
Oshurkova, Yu. L., Magomedova, V. S., Oshurkova, M. N. The review of the data on the changes of hemostatic profile of cows with an orthopedic pathology	82
Кураченко Н.Л., Казюлин Л.Ф., Колесник А.А., Власенко О.А. Влияние жидкой фракции навоза на свойства чернозёма и продуктивность гороха посевного	83
Kurachenko, N. L., Kazyulin, L. F., Kolesnik, A. A., Vlasenko, O. A. Influence of Liquid Fraction of Manure on Chernozem Properties and Yielding Capacity of Field Pea	97
Гусаров И.В., Обряева О.Д. Сложная кормовая смесь в кормлении высокопродуктивных молочных коров	98
Gusarov, I.V. Obryaeva, O.D. Complicated feed mixture for feeding highly productive dairy cows	114

Баруздина Е.С. Оптимизация скорости управления стадом в небольших овцеводческих хозяйствах с помощью пастушьих собак разных пород	115
Baruzdina, E.S. Optimizing the speed of herd management in small sheep farms using different sheepdog breeds	130
Прядильщикова Е.Н., Вахрушева В.В., Фриева Н.А. Возделывание рапса ярового в условиях Европейского Севера России	131
Pryadil`shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Frieva N. A. Cultivation of Spring Rape under the Conditions of European North of Russia.	147
Ерегин А.В., Вернодубенко В.С., Власова О.А. Влияние систем удобрения на разных фонах кислотности на урожайность и показатели качества зелёной массы вико-овсяной смеси	148
Eregin, A. V., Vernodubenko, V. S., Vlasova, O. A. Effect of fertilizer systems on yields and quality indicators of the green mass of the vetch – oat mixture on different acidity backgrounds	162
Новикова Т.В., Воеводина Ю.А., Рыжакина Т.П. Влияние источника углерода на накопление биомассы целлюлозолитических микроорганизмов - продуцентов кормовой добавки	163
Novikova, T. V., Voevodina, Yu. A., Ryzhakina, T. P. Influence of Carbon Source on the Accumulation of Biomass by Cellulolytic Microorganisms as Producers of Feed Additive	180
Ковалева М.А., Куренкова Л.А. Соус на основе вторичного молочного сырья как функциональный продукт	181
Kovaleva, M. A., Kurenkova, L. A. Sauce based on secondary dairy raw materials as a functional product	192
Чеченихина О.С., Лазарев В.А., Пищиков Г.Б. Аспекты централизованной переработки молочной сыворотки и разработка безлактозного напитка на её основе	193
Chechenikhina O. S., Lazarev V. A. Aspects of Centralized Milk Whey Processing and the Development of a Lactose-Free Drink Based on it	204
Гнездилова А.И., Шохалов В.А., Шохалова В.Н., Ефанова Е.А. Влияние некоторых солей на растворимость лактозы	205
Gnezdilova A. I., Shokhalov V. A., Shokhalova V. N., Efanova E.A. Effect of some salts on lactose solubility	214
Виноградова Ю.В., Гнездилова А.И. Виноградова Ю.В., Гнездилова А.И. Поточный кристаллизатор-охладитель для сгущенных молочных консервов с сахаром	215
Vinogradova, Yu. V., Gnezdilova, A. I. Continuous-action crystallizer-cooler for sweetened condensed milk products	224
Рефераты	225
Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»	257

Оплата удобрений продуктивностью культур севооборота как показатель эффективности их применения

Чухина Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: dekanagro@molochное.ru

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

Васильева Анна Сергеевна, аспирант

e-mail: mrr.vas@yandex.ru

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

Демидов Николай Сергеевич, аспирант

e-mail: demidoff.nickol@yandex.ru

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

Ключевые слова: однолетние травы, озимая рожь, урожайность, протеиновая продуктивность, оплата удобрений, сбор «сырого» протеина.

Аннотация. В статье анализируется урожайность и протеиновая продуктивность звена полевого восьмипольного севооборота, развёрнутого в пространстве и во времени. Изучалась урожайность и химический состав основной и побочной продукции культур без удобрений, при применении фона – фосфорно-калийных удобрений и при полных расчётных системах удобрения культур – двух минеральных и одной органоминеральной. Опыт 2-факторный, кроме различных доз удобрений изучалось действие на однолетние травы и озимую рожь микробиологических препаратов. Установлено, что урожайность вико-овсяно-горчичной смеси существенно повышается при применении полных расчётных доз удобрений по сравнению с контролем, на 6 – 6,3 т/га. Биопрепараты обеспечивают повышение урожайности зелёной массы

незначительно, в среднем на 5%. Прибавку урожайности зерна озимой ржи обеспечили все изучаемые дозы удобрений. Наиболее высокая прибавка в 1,7 т/га без применения препарата и на 1,9 т/га- при применении препарата получена на вариантах с расчётной системой удобрения культуры с высокой дозой азотных удобрений. По результатам 3-летних исследований оплата 1 кг д.в. удобрений без применения препаратов составила 33,3-47,6 кг зеленой массы вико-овсяно-горчичной смеси и 4,53 - 8,15 кг зерна ржи, что выше нормативного значения в 1,3 - 2,4 раза. С повышением вносимых доз удобрений более чем в 2 раза незначительно снижалась. Применение микробиологических препаратов увеличило оплату удобрений на 8-28% на однолетних травах и на 26-65% - на озимой ржи.

Введение

Однолетние травы и озимая рожь как звено полевого севооборота имеют разное значение в Вологодской области. Первая культура выступает как более значимая для улучшения кормовой базы региона, если включает бобовый компонент в своей смеси. Вторая культура имеет большое продовольственное значение. Площади под данными культурами значительно варьируют в последние годы, они занимают необоснованно незначительные площади с точки зрения организации научно обоснованного севооборота в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области. Так, однолетние травы высеваются примерно на 8,4 тыс. га (до 10 тыс. га). Озимая рожь возделывается примерно на 1,5 - 2,8 тыс. га. Конечно, для научно обоснованных севооборотов желательно площади под данными культурами увеличить на порядок.

Известно, что удобрения существенно повышают продуктивность культур и их качество, стрессоустойчивость. Особенно хорошо научно обоснованные дозы удобрений проявляют себя в севооборотах, где наблюдается их действие в первый год внесения под культуру, но и их последствия на последующих культурах. В данной работе ставилась задача – изучить влияние удобрений в звене полевого севооборота и представить их агрономическую эффективность в нескольких выражениях, а также изучить их действие при применении микробиологических препаратов [1, 4 – 10].

Методика исследований

Исследования проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА в 8-польном севообороте, развёрнутом в пространстве и во времени. В опыте изучались, в основном, районированные сорта однолетних трав и ржи. Все сорта прошли систему Госсортоиспытания и включены в Госреестр селекционных достижений.

Схема двухфакторного опыта (дозы – средние по звену севооборота):

Фактор А - различные системы удобрения

Без удобрений (контроль)

$P_{40} K_{52}$

$P_{40} K_{52} + N_{102}$

$P_{32} K_{44} + N_{92} + 40$ т/га полуперепревшего навоза (2-3 годы последствия)

$P_{40} K_{52} + N_{125}$

Фактор В - с обработкой микробиологическими удобрениями, без обработки.

Исследовали следующие микробиологические препараты АЗО-ТОВИТ. Действующее вещество — живые клетки и споры бактерий *Azotobakter chroococcum*, штамм В-9029.

Способствует переводу атмосферного азота в форму, пригодную для питания растительного организма, обеспечивая растения азотным питанием.

ФОСФАТОВИТ - действующее вещество — живые клетки и споры бактерий *Bacillus mucilaginosus* Вас 10, штамм В-8966. Улучшает фосфорное и калийное питание растений.

Штаммы бактерий получены не методом генетической инженерии, не опасны для здоровья человека, что подтверждено свидетельством ФГУП ГосНИИГенетика.

Дозы удобрений рассчитаны по плановым балансовым коэффициентам использования питательных (Кб) элементов из органических и минеральных удобрений и почвы по методике Жукова Ю.П. [3].

По всем расчётным вариантам запланирован нулевой баланс фосфору (Кб - 100 %) по калию - отрицательный (Кб - 200 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Планируемые дозы удобрений, средние, кг д.в. /га и Кб, %

Элемент питания	Вариант 2*	Вариант 3 Дозы удобрений (Кб, %)	Вариант 4 Дозы удобрений (Кб, %) (органоминеральная система)	Вариант 5 Дозы удобрений (Кб, %)
N	-	102 (100)	92+10 (100)	125 (80)
P_2O_5	40	40 (100)	32+8 (100)	40 (100)
K_2O	52	52 (200)	44+8 (200)	52 (200)

*Примечание. 1 вариант – контроль, без удобрений.

Варианты различались дифференцированными дозами азотных удобрений. При расчете доз удобрений на плановый уровень урожайности использованы нормативы по выносу элементов питания единицей

продукции по результатам предыдущих лет исследований. Технология внесения удобрений и ухода за посевами – общепринятая в Вологодской области.

Применяли метод сплошного учёта урожая изучаемых культур. Количественные признаки приведены к стандартной влажности.

Анализ образцов проведён общепринятыми методами. Математическая обработка данных - при помощи программного обеспечения Microsoft Excel и по Б.А. Доспехову (1985г.) [2].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Обменная кислотность пахотного слоя почвы - слабокислая, содержание гумуса - 1,54%, подвижного фосфора – очень высокое, обменного калия – среднее.

Площадь опытной делянки составляет 11 м² (5,5м x 2м), учетная площадь – не менее 10 м² (на картофеле – 7,7 м²). Повторность опыта – четырехкратная. Поставленный опыт соответствовал методике экспериментальных исследований, принцип единственного различия соблюдался на всех этапах выполнения научно-исследовательской работы.

Расположение метеорологической станции в Вологде (Вологодская область, Россия): широта 59.32 долгота 39.93 высота над уровнем моря 130 м. Средние многолетние данные (смм) - период осреднения: 1991-2020 г.г. Т.к. озимая рожь для урожая 2021 года закладывалась осенью 2020 года, то приведены погодные данные и за 2020 год.

Вологодская область относится к регионам с достаточным и избыточным увлажнением. За весь период исследований количество выпавших осадков превышало среднемноголетние данные за год на 60 мм в 2022 году до 254 мм в 2020 году (таблица 2).

Таблица 2 – Месячные и годовые суммы выпавших осадков за вегетационные периоды 2020 – 2023 гг. и смм, мм

Год, месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма за год
2020	54	51	43	38	137	61	142	71	56	52	42	36	784
2021	31	34	28	38	65	31	27	139	88	51	66	44	643
2022	34	32	13	32	65	61	81	27	75	72	51	50	590
2023	26	37	50	39	29	52	143	7	16	66	59	66	591
смм	36	29	27	29	48	63	74	71	55	54	46	38	530

Наиболее суровые условия по более низким температурам по сравнению со средними многолетними значениями сложились в 2020 году с января по февраль. В период весеннее-летней вегетации растений

отмечено, что среднемесячные среднесуточные температуры воздуха были ниже смд только в 2023 году (таблица 3). В остальные исследуемые годы либо были близко этому критерию смд, либо выше их.

Таблица 3 – Средние месячные и годовые температуры воздуха за вегетационные периоды 2020 – 2023 г.г. и смд, °С

Год, месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год
2020	-2.7	-2.5	0.3	1.6	9.4	16.0	17.4	14.8	11.6	6.3	0.3	-7.7	5.4
2021	-10.2	-16.8	-5.0	5.4	12.5	19.9	19.8	16.3	7.7	5.1	0.3	-12.4	3.6
2022	-9.5	-3.6	-5.0	2.6	8.0	16.0	19.2	19.3	8.6	5.5	-4.3	-8.1	4.1
2023	7.9	-7.0	-1.4	5.6	12.0	13.7	16.7	17.3	12.9	3.0	-2.6	-8.4	4.5
смд	-9.9	-9.2	-4	3.6	10.9	15.2	17.7	15.1	9.8	3.5	-3	-7.2	2.7

Результаты исследований

Необходимо отметить, что в целом вегетационные периоды за период проведения исследований были благоприятны для возделывания исследуемых культур.

Урожайность в исследуемый период зависела от погодных, почвенных, сортовых и других факторов. Важным фактором, обусловившим прибавку урожая, явились удобрения.

Наибольшую урожайность зеленой массы вико-овсяно-горчичная смесь дает при уборке в фазу начала образования бобов у вики, совпадающей с фазой выметывания у овса.

На 3 – 5 вариантах получена и превышена планируемая урожайность однолетних трав (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы вико-овсяно-горчичной смеси в среднем за годы исследований, т/га

№	По фактору А (удобрения)	2021		2022		2023		Среднее по фактору В	
		(**с обработкой микробиологическими удобрениями, * без обработки)							
		По фактору В							
		1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
1	Без удобрений (контроль)	17,6	18,2	18,5	19,6	18,6	19,4	18,2	19,1
2	P ₃₅ K ₅₅	20,0	21,1	21,6	23,4	22,1	23,7	21,2	22,7
3	P ₃₅ K ₅₅ + N ₉₅	22,6	24,6	25,4	26,4	26,3	27,2	24,8	26,1
4	P ₂₅ K ₄₅ +N ₈₅ +40 т/га полуперепр. навоза (2 год последствие)	24,6	25,7	27,9	28,4	28,4	28,9	27,0	27,7
5	P ₃₅ K ₅₅ + N ₁₁₅	25,2	26,7	28,8	30,1	29,1	30,4	27,7	29,1
Среднее по ф. А		22,0	23,3	24,4	25,6	24,9	25,9	23,8	24,9

$HCP_{05} = 1,01$ $HCP_B = 0,46$

$HCP_A = 0,69$ $HCP_{AB} -$

Наибольшая урожайность зелёной массы однолетних трав наблюдалась в 2023 году. Применение расчётных систем удобрений (3-5 вар.) в среднем за 2021 – 2023 годы повышало урожайность зелёной массы на 6 т/га и 6,3 т/га в среднем по опыту соответственно без применения микробиологических препаратов и с их применением.

Урожайность культуры на вариантах 4-6 существенно не различалась, а 2 вар. существенно уступил другим расчётным по урожайности в 2 года из 3-х исследуемых лет.

Урожайность зерна озимой ржи в среднем за годы исследований превысила плановый уровень на 3 – 31% (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность зерна озимой ржи (сорт Волхова)

№	По фактору А (удобрения)	2021		2022		2023		Среднее по фактору В	
		По фактору В (обработка микробиологическими удобрениями)							
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	Без удобрений (контроль)	2,4	2,7	2,5	2,7	2,7	2,8	2,5	2,7
2	P ₄₅ K ₅₀	2,9	3,3	3,0	3,4	2,9	3,6	2,9	3,4
3	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₁₀	3,6	3,8	3,6	4,0	3,6	4,3	3,6	4,0
4	P ₄₀ K ₄₅ +N ₁₀₀ +40 т/га переп. навоза (3 год последствие)	4,0	4,4	4,2	4,6	4,3	4,8	4,2	4,6
5	P ₄₅ K ₅₀ + N ₁₃₅	3,9	4,1	3,8	4,5	3,9	4,8	3,9	4,5
Среднее по ф. А		3,4	3,7	3,4	3,8	3,5	4,1	3,4	3,8

$HCP_{05} = 0,21$ $HCP_B = 0,09$
 $HCP_A = 0,15$ $HCP_{AB} -$

В исследуемый период урожайность зерна озимой ржи в опыте составила 2,7 - 4,0 т/га без применения микробиологических удобрений и 2,8 - 4,9 т/га при их применении.

Сбор побочной продукции определяют из соотношения основной и побочной продукции для культуры, которое находят по пробному снопу, оно соответствовало справочному значению.

Для расчёта урожайности побочной продукции соломы озимой ржи использовали коэффициент 1,5.

Урожайность соломы менялась по годам исследований, в зависимости от применяемых доз и систем удобрений и от препарата (рисунок 1). Урожайность соломы возрастала с применением возрастающих доз минеральных удобрений. Применение органо-минеральной системы удобрения культуры обеспечило наибольшую прибавку урожайности соломы по отношению к абсолютному контролю. Расчётные системы удобрения повышали урожайность соломы и обеспечили и превысили её плановый уровень на 3 – 31%.

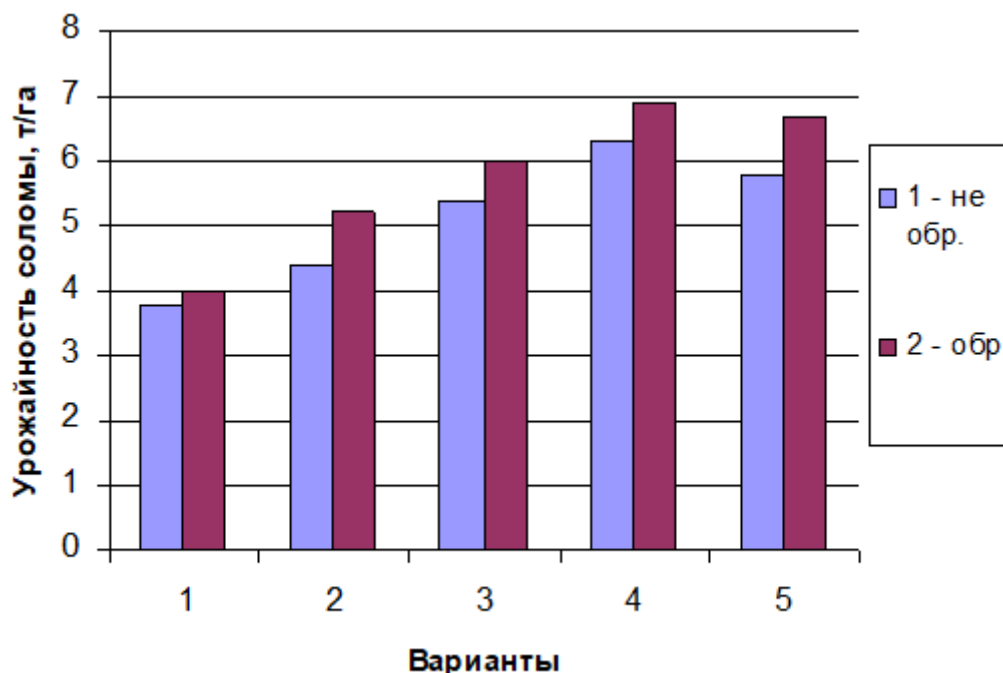


Рисунок 1 – Урожайность соломы озимой ржи, т/га

Содержание сырого протеина определяется рядом факторов, в том числе фазой роста, внесение азотных удобрений оказывает заметное влияние на увеличение его содержания в растениеводческой продукции.

При этом растения семейства Бобовые являются важной группой культур, выращиваемых для кормления различных сельскохозяйственных животных, с относительно (злаковых культур) высоким содержанием белка.

В среднем за 2021 – 2023 годы исследований удобрения повышали содержание «сырого» протеина в зелёной массе однолетних трав на 0,38-1,91%, на озимой ржи - на 1,36% в абсолютном выражении. Содержание «сырого» протеина при применении микробиологических препаратов увеличивалось от 5 до 7%.

Сбор «сырого» протеина с урожаем при применении удобрений возрастал с 0,5 (контроль) до 0,9 т/га (расчётные системы удобрения) на вико-овсяно-горчичной смеси и в два раза - на озимой ржи (рисунок 2).

Микробиологические препараты увеличивали протеиновую продуктивность до 8%.

Изучаемые дозы удобрений в среднем за 2021-2023 годы исследований обеспечили высокую агрономическую эффективность, выраженную прибавкой урожайности и оплатой удобрений и исследуемых препаратов.

Прибавка урожая вико-овсяно-горчичной смеси от них колебалась от 3000 до 11300 кг/га, озимой ржи – 430 до 2100 кг/га.

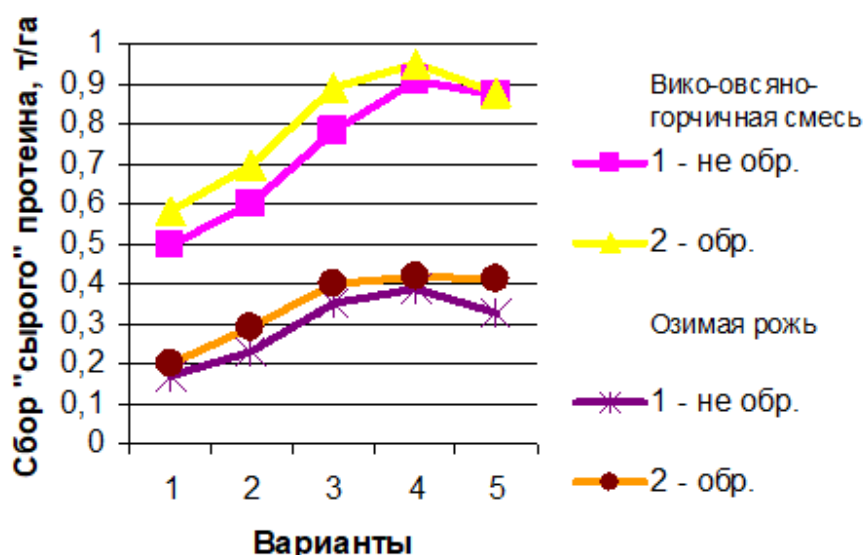


Рисунок 2 – Сбор «сырого» протеина с урожаем культур звена полевого севооборота, т/га

Оплата удобрений напрямую зависит от величины прибавки урожая, что подтверждает на этих культурах повышение агрономической эффективности удобрений действием и последствием внесенного полуперепревшего навоза на фоне минеральных удобрений (рисунок 3).

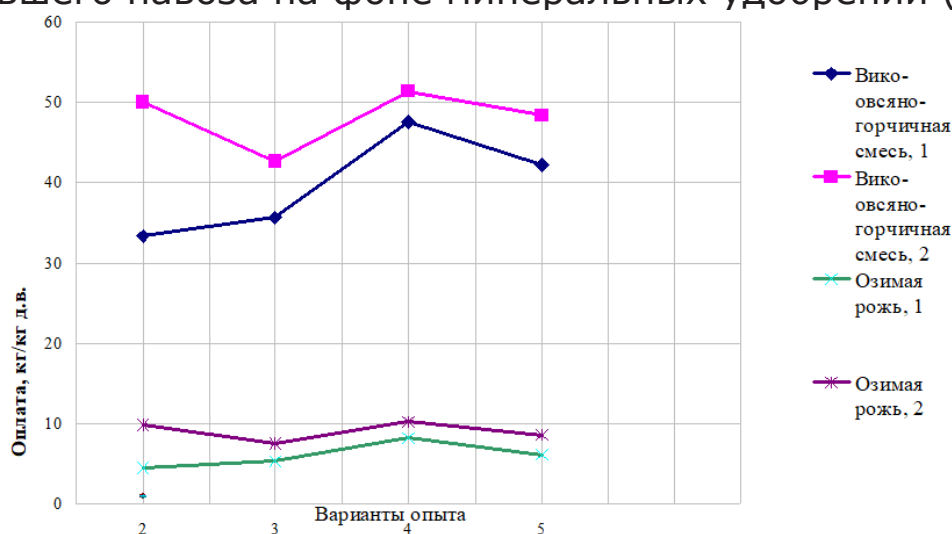


Рисунок 3 – Оплата 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожайности культур в среднем за годы исследований, кг/кг д.в.

В опыте получена высокая оплата удобрений, которая составила 33,3-47,6 кг зеленой массы вико-овсяно-горчичной смеси без обработки препаратом и 42,7 – 51,4 кг/1 кг д.в. – при обработке препаратом. Оплата 1 кг действующего вещества удобрений в 4,53 - 8,15 кг зерна (превысив нормативную в 1,3 - 2,4 раза) отмечена на озимой ржи без применения препарата и в 7,46 – 10,24 кг на 1 кг д.в. – при применении препарата. Возрастающие дозы азотных удобрений обеспечили высокую оплату урожаем викоовсяной смеси, озимой ржи.

Применение микробиологических препаратов увеличило оплату удобрений на 8-28% на однолетних травах и на 26-65% - на озимой ржи. Причем, на 4 варианте, при применении полной расчётной органоминеральной системы, у озимой ржи и вико-овсяно-горчичной смеси наблюдается увеличение оплаты удобрений по сравнению с эквивалентной минеральной системой удобрения культур. А от биопрепаратов наибольший эффект наблюдается при внесении $P_{40}K_{52}$ (2 вариант).

Таким образом, в условиях Вологодской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве расчетные системы удобрений в среднем за годы исследований обеспечили получение урожайности зелёной массы вико-овсяно-горчичной смеси на уровне от 18,2 до 27,7 т/га без применения микробиологических удобрений и от 19,1 до 29,1 т/га при их применении; зерна озимой ржи на уровне от 2,5 до 3,9 т/га без применения микробиологических удобрений и от 2,7 до 4,5 т/га при их применении. В опыте без обработки препаратом оплата удобрений составила 33,3-47,6 кг зеленой массы вико-овсяно-горчичной смеси и 4,53 - 8,15 кг зерна ржи. Она превысила нормативную в 1,3 - 2,4 раза. Применение микробиологических препаратов увеличило оплату удобрений на 8-28% на однолетних травах и на 26-65% - на озимой ржи.

Литература:

1. Гамзиков, Г.П. Сохранение плодородия почв и повышение урожайности полевых культур при систематическом применении минеральных и органических удобрений / Г.П. Гамзиков // В сборнике: Аграрная наука - сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии. сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 114-117.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат,1985. - 351с.
3. Жуков, Ю.П. Расчет системы удобрения по балансовым коэффициентам / Ю.П. Жуков // Земледелие. - 1988. - № 1. – С. 40-42.
4. Налиухин, А.Н. Изменение агрохимических свойств и микробоценоза дерново-подзолистой почвы при применении удобрений и известковании / А.Н. Налиухин // Плодородие. – 2021. – № 5 (122). – С. 44-48.
5. Суков, А.А. Разработка системы удобрения сельскохозяйственных культур в северной части европейской России: учебное пособие / А.А. Суков, О.В. Чухина. - Вологда - Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. - 152 с.
6. Титова, В.И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях / В.И. Титова // Агрохимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 2-7.

7. Чеботарев, Н.Т. Длительное применение удобрений и продуктивность дерново-подзолистой почвы / Н.Т. Чеботарев, А.А. Хомченко, Н.В. Булатова // Земледелие. - 2012. - №8. - С. 13-15.

8. Чухина, О.В. Агрономическая оценка эффективности внесения различных доз удобрений под культуры севооборота/ О. В. Чухина, Е. Н. Кузовлев, Р.А. Глазов, А.Н. Кулиничева // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 2 (34). С. 53-61.

9. Чухина, О.В. Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчётных дозах удобрений в севообороте // Диссертация на соискание уч. ст. канд. с. – х. наук – М.: Москва, 1999. – 154с.

10. Чухина, О.В. Влияние удобрений на питательную ценность викоовсяной смеси / О.В. Чухина, Н.В. Токарева // Кормопроизводство. – 2013. - № 6, с.9–11.

References:

1. Gamzikov G.P. Maintaining soil fertility and increasing the yield of field crops with the systematic use of mineral and organic fertilizers. *Sbornik nauchnykh dokladov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Agrarnaya nauka - sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazakhstana, Belarusi i Bolgarii»* [Proc. of the XX Int. Scientific and Practical Conf. «Agrarian Science - for Agricultural Production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria»]. 2017, pp. 114-117. (In Russian) – Text direct

2. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology], Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p. (In Russian) – Text direct

3. Zhukov Yu.P. Calculation of the fertilization system based on balance coefficients. *Zemledelie* [Soil Management], 1988, no. 1, pp. 40-42. (In Russian) – Text direct

4. Naliukhin A.N. Changes in agrochemical properties and microbiocenosis of sod-podzolic soil when using fertilizers and liming. *Plodorodie* [Soil Fertility], 2021, no. 5 (122), pp. 44-48. (In Russian) – Text direct

5. Sukov A.A., Chukhina O.V. *Razrabotka sistemy udobreniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v severnoy chasti evropeyskoy Rossii* [Development of fertilization system for agricultural crops in the northern part of European Russia]. Vologda – Molochnoe, ITs VGMKhA, 2013. 152 p. (In Russian) – Text direct

6. Titova V.I. Features of the fertilizer application system under modern conditions. *Agrokhimicheskiy vestnik* [Agrochemical Bulletin], 2016, no. 1, pp. 2-7. (In Russian) – Text direct

7. Chebotarev N.T., Khomchenko A.A., Bulatova N.V. Long-term

use of fertilizers and productivity of sod-podzolic soil. *Zemledelie* [Soil Management], 2012, no. 8, pp. 13-15. (In Russian) – Text direct

8. Chukhina O.V., Kuzovlev E.N., Glazov R.A., Kulinicheva A.N. Agronomic efficiency assessment of applying different fertilizer doses under rotation crops. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2019, no. 2 (34), pp. 53-61. (In Russian) – Text direct

9. Chukhina, O.V. *Produktivnost' kul'tur i obespechennost' dernovo-podzolistoy pochvy pitatel'nymi elementami pri raschetnykh dozakh udobreniy v sevooborote. Kand.Dis.* [Crop productivity and provision of sod-podzolic soil with nutrients at calculated fertilizer doses in crop rotation. Cand. Diss.]. Moscow, 1999. 154 p. (In Russian) – Text direct

11. Chukhina, O.V., Tokareva N.V. Fertilizer effect on the nutritional value of vetch-oat mixture. *Kormoproizvodstvo* [Forage Production], 2013, no. 6, pp. 9-11. (In Russian) – Text direct

Payment for fertilizers by productivity of rotation crops as an indicator of their application efficiency

Chukhina Olga Vasil'evna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: Dekanagro@molochnoe.ru

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

Vasil'eva Anna Sergeevna, graduate student

e-mail: mrr.vas@yandex.ru

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

Demidov Nikolay Sergeevich, graduate student

e-mail: demidoff.nickol@yandex.ru

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

Keywords: annual grasses, winter rye, yield, protein productivity, fertilizer costs, crude protein yield

Abstract. This article analyzes the yield and protein grain productivity in the eight-field crop rotation system, developed in space and time. The yield and chemical composition of the primary and secondary crop products have been studied without fertilizers, with the background of phosphorus-potassium fertilizers, and with complete calculated fertilization systems - two mineral and one organomineral ones. The experiment has been of a two-factorial design; in addition to varying fertilizer doses, the effects of microbiological preparations on annual grasses and winter rye has also been studied. It has been established, that the yield of the vetch-oat-mustard mixture increases significantly when using complete calculated fertilizer doses compared to the control, by 6-6,3 t/ha. The biological preparations provide a slight increase in the green mass yield, averaging 5%. All studied fertilizer doses provide increased winter rye grain yield. The highest increase of 1.7 t/ha without the preparation and 1.9 t/ha with the preparation has been achieved in the variants with the calculated fertilization system of the crop and a high dose of nitrogen fertilizers. The three-year long experiment has shown that the cost of 1 kg of active fertilizer substance has amounted to 33.3–47.6 kg of green mass of the vetch-oat-mustard mixture without preparation treatment and to 4.53 - 8.15 kg of winter rye grain (exceeding the standard by 1.3 - 2.4 times). When increasing the applied fertilizer doses by more than two times, the cost has been decreasing slightly. The application of microbiological preparations has increased the cost of fertilizers by 8-28% on annual grasses and by 26-65% on winter rye.

Продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской породы в условиях Европейского Севера России

Зенкова Наталья Валериевна, научный сотрудник отдела разведения сельскохозяйственных животных

e-mail: zenkova208@mail.ru

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

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

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

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

Ключевые слова: черно-пестрая порода, голштинская порода, возраст в отелах, возраст выбытия, возраст при 1-ом отеле.

Аннотация. В последнее время наблюдается тенденция сокращения срока хозяйственного использования молочных коров. Интенсивная селекция на увеличение молочной продуктивности коров отразилась в ухудшении показателей продуктивного долголетия и воспроизводительной способности во всем мире. В Российской Федерации средний возраст коров дойного стада за 2022 год составляет 2,45 отела, средний возраст выбытия – 3,12 отела. Сокращение срока использования животных в молочном скотоводстве снижает рентабельность отрасли, так как коровы не доживают до возраста полной реализации генетического потенциала. Согласно результатам анализа хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской пород на территории Европейского Севера РФ за период 2020-2022 гг., установлено, что животные черно-пестрой породы характеризуются более поздним наступлением первого отела, но при этом демонстрируют превосходство над голштинской породой по показателям возраста в отелах и возраста выбытия.

Введение

В Российской Федерации созданы значительные массивы высокопродуктивного племенного скота молочного направления продуктивности. Средняя молочная продуктивность коров в племенных заводах РФ на конец 2023 года составила 9948 кг молока с массовой долей жира и белка 3,92% и 3,34%, соответственно. В сравнении с 2020 годом удой за 305 дней последней законченной лактации увеличился на 1034 кг или на 10,4% [1, 2].

Абрамова Н.И. и др. указывают на то, что эффективность молочного скотоводства во многом обусловлена интенсивностью использования маточного поголовья. Важнейшим аспектом является продуктивное долголетие скота, так как от него зависят не только финансовые показатели производства, но и успех селекционной работы. Продуктивное долголетие скота оказывает прямое влияние на количество молока за всю жизнь животного, на качественный и количественный рост всего поголовья, а также на объем вложений, требуемых для формирования стада, и эффективность применения этих инвестиций. При сокращенном сроке хозяйственного использования коров замедляется процесс обновления стада, снижается общая интенсивность отбора. Это может привести к недостаткам в отборе молодняка [3].

В последнее время вопрос о сокращении периода хозяйственного использования молочных коров становится всё более актуальным. По всему миру активная селекция, направленная на увеличение молочной продуктивности, негативно сказалась на показателях долголетия и способности к воспроизводству. В хозяйствах Российской Федерации по данным на 2023 год средний возраст коров в дойном стаде составляет 2,39 отела, а средний возраст выбытия – 3,12 отела [1].

По мнению Зерниной С.Г. молочная продуктивность животного в значительной степени зависит от его возраста. По мере взросления и созревания организма, в том числе молочной железы, наблюдается закономерное повышение удоев. Однако после достижения определенного максимума, в связи с процессом старения организма, продуктивность начинает ухудшаться [4].

Продуктивное долголетие коровы, определяется периодом от возраста первого отела до естественной смерти или выбытия из стада по ряду причин [5, 6, 7, 8].

Проблема долголетия молочных коров актуальна не только для России. В государствах с развитым молочным скотоводством особое внимание уделяют вопросам долголетия животных. Исследование, проведенное среди финских фермеров, занимающихся разведением голштинской породы, показало, что продуктивное долголетие является важным критерием при отборе животных [9, 10].

Российскими учеными установлено, что в условиях интенсифика-

ции производства молока продуктивное долголетие коров становится одним из основных критериев их оценки по пригодности к условиям промышленной технологии. Коровы должны сохранять высокую продуктивность и нормальную воспроизводительную способность в течение 8–10 лактаций. Однако фактическая продолжительность продуктивного использования коров в молочных комплексах в 2–3 раза меньше [11]. Длительное содержание молочных коров в стойлах круглый год на фермах приводит к гиподинамии, ухудшению репродуктивных функций и сокращению срока их продуктивности. Также, становится очевидным, что продолжительное использование высокоудойных коров выгодно как с экономической точки зрения, так и с точки зрения селекции и генетики. Проблемы повышения продуктивного долголетия молочных коров остаются важными и неизменно вызывают интерес у животноводов [11, 12].

По мнению Шуплецовой Н.Н., Конопелько Е.И., Стрекозова Н.И., Ефимовой Л.В., Сивкина Н.В. в высокопродуктивном молочном скотоводстве окупаемость затрат при ремонте стада за счёт собственных нетелей наступает при выбраковке коров в возрасте 3-х отёлов и старше, а при ремонте стада за счёт импортных нетелей после 4-5 отёлов [13, 14, 15]. Шуплецова Н.Н. утверждает, что для достижения пожизненной продуктивности в 30 тысяч кг и более, ключевым является интенсивное выращивание телок. Это подразумевает достижение ими живой массы в диапазоне 390-420 кг к возрасту 15-16 месяцев. Важным фактором является и получение первого теленка в возрасте 24-25 месяцев, уменьшение доли голштинской крови, а также добавление показателей здоровья коров в программу селекции. [13, 16].

Большое внимание в трудах ученых Абылкасимова Д., Абрампальской О.В., Гусева Д.Ю., Сударева Н.П. уделяется коровам-рекордисткам с высокими пожизненными удоями, которые отражают генетический потенциал стада, входят в активную его часть и участвуют в совершенствовании породы. Отечественные и зарубежные ученые подчеркивают, что экономически выгодной является корова, пожизненный удой которой превышает 30000 кг молока. Коровы выбывают из стада, не дожив до возраста наивысшей молочной продуктивности, которая обычно проявляется на 4-6 лактацию. Увеличение срока службы коровы экономически оправдано, так как это позволяет распределить затраты на ее выращивание и содержание на большее количество лактаций. [17, 18, 19].

По мнению Комкова Д.Г., Кертиева Р.М., Кертиевой Н.М. ключевыми факторами, определяющими продолжительность жизни коровы, являются возраст и живая масса на момент первого отела. Они служат индикаторами физиологической и хозяйственной зрелости животного для успешного воспроизводства и продуктивного использования.

Не менее важен и уровень молочной продуктивности первотелок, поскольку он может служить показателем того, насколько напряжен организм животного в этот период, и насколько велик его потенциал для успешного воспроизводства в дальнейшем [20].

Сокращение срока использования животных в молочном скотоводстве снижает рентабельность отрасли, так как коровы не доживают до возраста полной реализации генетического потенциала. Не реализуется рыночный и производственно-экономический потенциал стада, в связи со снижением объема племенной продажи. Не реализуется генетический прогресс в популяциях молочного скота, так как снижается интенсивность отбора ремонтных телок при формировании стада [21].

Для повышения эффективности молочного скотоводства на Европейском Севере России крайне важно проводить исследования, направленные на увеличение периода хозяйственного использования коров молочных пород.

Цель исследований состоит в оценке продолжительности хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской породы в условиях Европейского Севера России.

Материалы и методы

Изучение современного состояния отрасли молочного скотоводства по продолжительности хозяйственного использования в условиях Европейского Севера РФ (в разрезе пород и по категориям хозяйств) проводилось в период с 2020-2022 годы на основе изучения фундаментальных трудов отечественных и зарубежных ученых.

В ходе проведения исследований использовались общенаучные методы (системный подход, метод обобщения и др.), статистические (группировки, выборки, сравнения) и графические приемы. Для расчета поисковых данных использовали статистические сводные показатели Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах РФ.

В процессе исследований использовалось стандартное программное обеспечение для персональных компьютеров Microsoft Word, Microsoft Excel.

Результаты исследований

По Европейскому Северу РФ в хозяйствах всех категорий в период с 2020-2022 годы произошло снижение возраста выбытия коров с 3,60 до 3,49 отелов (-0,11), животные выбывают из стада в более раннем возрасте [1, 2, 22].

К показателям продолжительности использования коров молочных пород относят: возраст коров при 1-ом отеле, возраст в отелах и возраст выбытия.

По Европейскому Северу РФ в хозяйствах всех категорий за период с 2020-2022 годы отмечается одновременное снижение показателей

возраста коров в отелах и возраста выбытия. Так, в Вологодской области возраст коров в отелах снизился на 0,08, а возраст выбытия на 0,13. На 0,23 уменьшился возраст коров в отелах, и на столько же возраст выбытия в Архангельской области. В Республике Коми определены самые высокие показатели, а значит, средний возраст дойного поголовья увеличивается и животные выбывают в более зрелом возрасте (рис. 1).

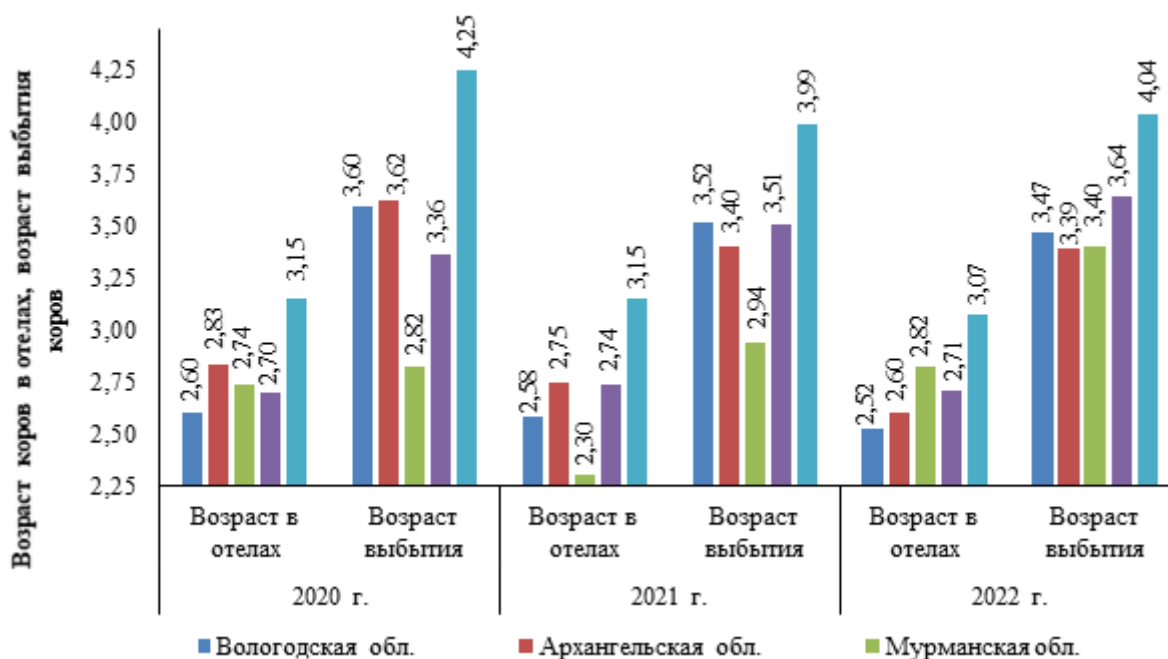


Рисунок 1 – Динамика показателей возраста коров (всех пород) в отелах и выбытия в отелах по регионам Европейского Севера РФ в хозяйствах всех категорий

Рост показателей возраста коров в отелах и возраста выбытия за анализируемый период установлен в Мурманской области: +0,08 и +0,58 соответственно. В Республике Карелии показатель возраста коров в отелах был на одном уровне (2,70-2,71), а возраст выбытия ежегодно увеличивался (+0,28 за 3 года) и составил 3,64 отела в 2022 году.

Основная часть поголовья молочного скота в Российской Федерации представлена голштинской (875,51 тыс. голов коров или 54,5 %) и черно-пестрой (382,64 тыс. голов коров или 23,8 %) породами.

За анализируемый период по черно-пестрой породе отмечается снижение среднего значения возраста коров при 1-ом отеле в племязаводах на 11 дней, в племрепродукторах на 2 дня (766 дней в 2022 г.), однако, в 2021 году показатель был равен 747 дням или 24,9 месяцам (рис. 2).



Рисунок 2 – Динамика показателя возраста коров при 1-ом отеле черно-пестрой и голштинской породы в племязаводах и племярепродукторах Европейского Севера РФ

Голштинская порода племенных животных в 2020 году числилась только в племярепродукторах, а с 2021 года, в связи с инвентаризацией породной принадлежности, животные черно-пестрой породы были переведены в голштинскую породу (по племязаводам, рис. 2-4). По голштинской популяции с 2021 по 2022 года установлено увеличение среднего возраста коров при 1-ом отеле от 684 до 723 дней (+ 39 дней).

В племярепродукторах наблюдается аналогичная тенденция роста данного показателя: с 696 дней в 2020 г. до 718 в 2022 г. (+22 дня). Следует отметить, что самый низкий показатель возраста при 1-ом отеле отмечается у животных голштинской породы (684 дня или 22,8 мес.) по племязаводам в 2021 году.

По результатам исследований с 2020-2022 годы установлено, что в условиях Европейского Севера РФ в племенных заводах произошло снижение возраста коров в отелах на 0,09, в племенных репродукторах на 0,05. Такие данные указывают на сокращение среднего возраста племенных животных и более раннем возрасте первого осеменения (рис. 3).



Рисунок 3 – Динамика показателя возраста коров в отелах черно-пестрой и голштинской пород в племзаводах и племрепродукторах Европейского Севера РФ

По голштинской породе с 2021-2022 годы показатель возраста коров в отелах увеличился на 0,17 и составил 2,42 отела в 2022 г. В племрепродукторах ситуация была нестабильной: 2021 году наблюдалось резкое снижение показателя возраста коров в отелах до 1,8 лактации (-0,52), далее повышение до 2,42 (+0,62).

В популяции коров черно-пестрой породы по Европейскому Северу РФ в племзаводах и племрепродукторах за период 2020-2022 годы показатель возраста выбытия коров был стабильным - колебания от +0,01 до +/-0,11 отелов (рисунок 4).



Рисунок 4 – Динамика показателя возраста выбытия коров черно-пестрой и голштинской пород в племзаводах и племрепродукторах Европейского Севера РФ

В голштинской популяции ситуация иная: средний возраст выбытия в племязаводах с 2021-2022 годы вырос до 3,34 отелов (+0,11), а в племярепродукторах с 2020-2022 годы до 3,25 отелов (+0,2), а значит, в популяции увеличилась продолжительность производственного использования коров. Голштинская порода, в отличие от черно-пестрой более требовательна к организации кормления, условиям содержания и эксплуатации, а значит, без полного соблюдения этих особенностей будет происходить снижение показателей продолжительности ее использования. Следует отметить, что в 2020 году в племязаводах также не числились животные голштинской породы.

Заключение

Согласно результатам анализа хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской пород на территории Европейского Севера РФ за период 2020-2022 гг. установлено, что животные черно-пестрой породы характеризуются более поздним наступлением первого отела, но при этом демонстрируют превосходство над голштинской породой по показателям возраста в отелах и возраста выбытия.

За период с 2020 по 2022 годы отмечается снижение показателей возраста коров в отелах и возраста выбытия по регионам: Вологодской области на 0,08 и 0,13 соответственно, Архангельской области на 0,23 и 0,23 соответственно, Республике Коми на 0,08 и 0,21 соответственно.

По черно-пестрой породе выявлено снижение среднего значения возраста коров при 1-ом отеле в племязаводах на 11 дней, в племярепродукторах на 2 дня (766 дней в 2022 г.).

Самый низкий показатель возраста при 1-ом отеле установлен у животных голштинской породы (684 дня или 22,8 мес.) по племязаводам в 2021 году.

В племенных заводах и племенных репродукторах Европейского Севера РФ за период с 2020 по 2022 годы установлено снижение возраста коров в отелах в популяции черно-пестрой породы на 0,09 и 0,05.

В голштинской популяции средний возраст выбытия коров в племязаводах с 2021-2022 годы увеличился до 3,34 отелов (+0,11), а в племярепродукторах с 2020-2022 годы до 3,25 отелов (+0,2).

Литература:

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

2. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). – Москва: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 265 с.

3. Абрамова, Н.И. Взаимосвязь продолжительности использова-

ния коров молочных пород с кровностью по голштинской породе / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Зоотехния. - 2018. - №1. - С. 12-16.

4. Зернина, С.Г. Продуктивное долголетие коров как фактор увеличения производства молока / С.Г. Зернина, А.В. Санганаева // По материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова. Том I. - 2022. - С. 81-85.

5. Окупаемость затрат и получение дохода от импортной молочной коровы / Д. Абылкасымов, М.Е. Журавлева, С.В. Чаргеишвили и [др.] // Молочное и мясное скотоводство. - 2017. - № 7. - С. 19-21.

6. Абылкасымов, Д. Резервы устойчивого развития молочного скотоводства Тверской области / Д. Абылкасымов, Ю.И. Шмидт // Молочное и мясное скотоводство. - 2017. - № 8. - С. 20-23.

7. Суровцев, В. Продуктивное долголетие коров: помогут инновации / В. Суровцев, Ю. Никулина // Животноводство России. - 2016. - № 1. - С. 41-42.

8. Сударев, Н.П. Продолжительность использования и продуктивность коров-дочерей быков-производителей разных генотипов в стаде ярославской породы / Н.П. Сударев [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2022. - № 1(68). - С. 127-132.

9. Farmers' stated selection preferences differ from revealed AI bull selection in Finnish dairy herd / E. Paakala, D. Martín-Collado, F. Mäki-Tanila, J. Jugaa // Livestock Science. 2020. No. 10. P. 1-9. <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/farmers-stated-selection>

10. Forecasting of Bio-economic Effects in a Heterogeneous Population of Productive Animals / G.G. Cherepanov, A.I. Mikhalskii, J.A. Novoseltseva // Eleventh International Conference «Management of large-scale system development» MLSD, Moscow, Russia. 2018. P. 1-5. doi: 10.1109/MLSD.2018.8551918.

11. Быкова, О.А. Повышение продуктивного долголетия коров в условиях интенсивной технологии производства молока / О.А. Быкова [и др.] // Научно-практические рекомендации. - Екатеринбург, Изд-во Уральского ГАУ, 2020. - 92 с.

12. Игнатьева, Н.Л. Повышение продуктивного долголетия коров в условиях интенсивной технологии производства молока / Н.Л. Игнатьева, И.В. Воронова, Е.Ю. Немцева // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Чебоксары. - 2024. - С. 233-237.

13. Шуплецова, Н.Н. Биорегуляторные механизмы влияния селенолина, седимина и элеовита на иммунобиохимические показатели

крови и репродуктивную функцию телок, нетелей и коров-первотелок: автореферат дис. кандидата биологических наук : 06.02.06 / Новочеркасск, 2016. — 20 с.

14. Конопелько, Е.И. Окупаемость затрат на молочное стадо при разном сроке производственного использования коров / Е.И. Конопелько, Н.И. Стрекозов // Проблемы увеличения производства продуктов животноводства и пути их решения. Материалы международной научно-практической конференции ВИЖ, Дубровицы. - 2008. - С. 515-516.

15. Ефимова, Л.В. Продуктивное использование дочерей быков красно-пёстрой породы / Л.В. Ефимова // Вестник Алтайского аграрного университета. - 2014. - № 3 (113). - С. 63-68.

16. Стрекозов, Н.И. Продуктивное долголетие коров при голштинизации чёрно-пёстрого скота / Н.И. Стрекозов, Н.В. Сивкин // Генетика и разведение животных. - 2014. - № 2. - С. 11-16.

17. Эффективность продуктивного использования коров разных возрастов / Д. Абылкасимов, О.В. Абрампальская, Д.Ю. Гусева [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2023. - № 4. - С. 29-33.

18. Шевелева, О.М. Влияние уровня молочной продуктивности коров первой лактации на долголетие коров и пожизненную продуктивность / О.М. Шевелева, Т.Н. Смирнова, Н.С. Сухих // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2020. - № 4(61). - С. 95-99. - DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.015.

19. Гукежев, В.М. Влияние генотипа быка на пожизненный удой и жизнеспособность дочерей / В.М. Гукежев, А.М. Хуранов // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2024. - № 2(47). - С. 18-23. - DOI 10.35523/2307-5872-2024-47-2-18-23.

20. Комков, Д.Г. Продолжительность и интенсивность использования коров с разным возрастом и живой массой при первом отеле / Д.Г. Комков, Р.М. Кертиев, Н.М. Кертиева // Молочное и мясное скотоводство. - 2019. - № 7. - С. 42-45.

21. Лепехина, Т.В. Совершенствование методов оценки племенных качеств в популяциях молочного скота: спец. 4.2.5. «Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных»: автореф. дис. ...д-ра биол. наук / Лепехиной Татьяны Викторовны. - Москва, 2023. - 48 с.

22. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2021 год). - Москва: ФГБНУ ВНИИплем, 2022. - 262 с.

References:

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

2. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii (2020 god)* [Yearbook on Breeding Work in Dairy Cattle Farming on Farms of the Russian Federation (2020)]. Moscow, FGBNU VNIIPlem Publ., 2021. 265 p. (In Russian) - Text direct

3. Abramova N. I., Burgomistrova O. N., Khromova O. L. The relationship between the duration of use of dairy cows and their Holstein bloodline. *Zootekhnika* [Animal Science], 2018, no. 1, pp. 12-16. (In Russian) - Text direct

4. Zernina S. G., Sanganaeva A. V. Productive longevity of cows as a factor in increasing milk production. *Po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika M.F. Ivanova*. [Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation, Dedicated to the 150th Anniversary of the Birth of Academician M. F. Ivanov], 2022, v. I, pp. 81-85. (In Russian) - Text direct

5. Abylkasymov D., Zhuravleva M. E., Chargeishvili S. V., et al. Cost recovery and income from imported dairy cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2017, no. 7, pp. 19-21. (In Russian) - Text direct

6. Abylkasymov D., Schmidt Yu. I. Reserves for sustainable development of dairy cattle breeding in the Tver Region. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2017, no. 8, pp. 20-23. (In Russian) - Text direct

7. Surovtsev V., Nikulina Yu. Productive longevity of cows: innovations will be of help. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2016, no. 1, pp. 41-42. (In Russian) - Text direct

8. Sudarev N. P., et al. Duration of use and productivity of cows bred from sires of different genotypes in the herd of Yaroslavl breed. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], 2022, no. 1 (68), pp. 127-132. (In Russian) - Text direct

9. Paakala E., Martín-Collado D., Mäki-Tanila F., Jugaa J. Farmers' stated selection preferences differ from revealed AI bull selection in Finnish dairy herd. *Livestock Science*, 2020, no. 10, pp. 1-9. Available at: <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/farmers-stated-selection> (In English) - Text electronic

10. Cherepanov G., Mikhalskii A. I., Novoseltseva J. A. Forecasting of bio-economic effects in a heterogeneous population of productive animals. *Eleventh International Conference «Management of large-scale system development» MLSD*. Moscow, 2018, pp. 1-5. DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551918. (In English) - Text electronic

11. Bykova O. A., et al. Increasing the productive longevity of cows

under the conditions of intensive milk production technology using. *Nauchno-prakticheskie rekomendatsii* [Scientific and Practical Recommendations]. Ekaterinburg, the Ural State Agrarian University Publ., 2020. 92 p. (In Russian) - Text direct

12. Ignat`eva N. L., Voronova I. V., Nemtseva E. Yu. Increasing the productive longevity of cows under the conditions of intensive milk production technology using. *Perspektivnye tekhnologii i innovatsii v APK v usloviyakh tsifrovizatsii. Sbornik materialov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Promising Technologies and Innovations in the Agro-Industrial Complex in the Context of Digitalization. Proceedings of the III International Research-to-Practice Conference]. Cheboksary, 2024, pp. 233-237. (In Russian) - Text direct

13. Shupletsova N. N. *Bioregulyatornye mekhanizmy vliyaniya selenolina, sedimina i eleovita na immunobiokhimicheskie pokazateli krovi i reproduktivnuyu funktsiyu telok, neteley i korov-pervotelok: avtoreferat dis. kandidata biologicheskikh nauk : 06.02.06* [Bioregulatory Mechanisms of the Influence of Selenoline, Sedimin and Eleovit on the Immunobiochemical Parameters of Blood and the Reproductive Function of Heifers, Pregnant Heifers and First-Calf Cows: Abstract of a Thesis of Candidate of Biological Sciences: 06.02.06]. Novocherkassk, 2016. 20 p. (In Russian) - Text direct

14. Konopel'ko E. I., Strekozov N. I. Payback of expenses on a dairy herd with different periods of productive use of cows. *Problemy uvelicheniya proizvodstva produktov zhivotnovodstva i puti ikh resheniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii VIZH* [Problems of Increasing the Production of Livestock Products and Ways to Solve them. Proceedings of the VIZh International Research-to-Practice Conference]. Dubrovitsy, 2008, pp. 515-516. (In Russian) - Text direct

15. Efimova L. V. Productive use of cows bred from Red-and-White bulls. *Vestnik Altayskogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai Agricultural University], 2014, no. 3 (113), pp. 63-68. (In Russian) - Text direct

16. Strekozov N. I., Sivkin N. V. Productive longevity of cows during holsteinization of Black-and-White cattle. *Genetika i razvedenie zhivotnykh* [Genetics and Breeding of Animals], 2014, no. 2, pp. 11-16. (In Russian) - Text direct

17. Abylkasimov D., Abrampal`skaya O. V., Guseva D. Yu., et al. Efficiency of productive use of cows of different ages. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya* [Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region], 2023, no. 4, pp. 29-33. (In Russian) - Text direct

18. Sheveleva O. M., Smirnova T. N., Sukhikh N. S. Influence of the level of milk productivity of cows in the first lactation on their longevity and lifetime productivity. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy Named after V. R. Filippov], 2020, no. 4(61), pp. 95-99.

DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.015. (In Russian) - Text electronic

19. Gukezhev V. M., Khuranov A. M. The influence of the bull's genotype on the lifelong milk yield and viability of daughters. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya* [Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region], 2024, no. 2(47), pp. 18-23. DOI 10.35523/2307-5872-2024-47-2-18-23. (In Russian) - Text electronic

20. Komkov D. G., Kertiev R. M., Kertieva N. M. Duration and intensity of using cows of different age and live weight at first calving. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Farming], 2019, no. 7, pp. 42-45. (In Russian) - Text direct

21. Lepekhina T. V. *Sovershenstvovanie metodov otsenki plemennykh kachestv v populyatsiyakh molochnogo skota: spets. 4.2.5. «Razvedenie, selektsiya, genetika i biotekhnologiya zhivotnykh»: avtoref. dis. ...d-ra biol. nauk / Lepekhinoy Tat'yany Viktorovny* [Improving Methods for Assessing Breeding Qualities in Dairy Cattle Populations: Spec. 4.2.5. «Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals»: Abstract of a Thesis of Candidate of Biological Sciences]. Moscow, 2023. 48 p. (In Russian) - Text direct

22. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii (2021 god)* [Yearbook on Breeding Work in Dairy Cattle Farming on Farms of the Russian Federation (2021)]. Moscow, FGBNU VNIIPlem Publ., 2022. 262 p. (In Russian) - Text direct

The Duration of Economic Use of Black-and-White and Holstein Cows under the Conditions of the European North of Russia

Zenkova Natal'ya Valerievna, a research member, the Livestock Breeding Department

e-mail: zenkova208@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Research Center of the Russian Academy of Science

Abramova Natal'ya Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading research worker, the Livestock Breeding Department

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

Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Research Center of the Russian Academy of Science

Keywords: Black-and-White, Holstein, age at calving, age at retirement, age at first calving.

Abstract. Recently, a tendency has been observed that the economic life of dairy cows is decreasing. Intensive selection oriented to the increased milk production in cows has resulted in a decline in productive longevity and reproductive capacity worldwide. In the Russian Federation, the average age of cows in the milking herd was 2.45 calvings in 2022, and the average age at retirement was 3.12 calvings. Shortening the service life of animals in dairy farming reduces the profitability of the industry, since cows do not live to the age of full realization of their genetic potential. According to the results of the analysis of the economic use of Black-and-White and Holstein cows in the European North of the Russian Federation for the period from 2020 to 2022, it was found that Black-and-White cows have a later first calving, but they outperform Holstein cows in terms of the age at calving and the age at retirement.

Выращивание малораспространённой культуры суданской травы в одновидовом и бинарных посевах в условиях Вологодской области

Безгодова Ирина Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела растениеводства.

e-mail: bezgodova@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».

Куликова Елена Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии, доцент.

e-mail: elena-kulikova@list.ru

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

Прядильщикова Елена Николаевна, старший научный сотрудник отдела растениеводства.

e-mail: Lenka2305@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: суданская трава, горох полевой, вика яровая, рапс яровой, овёс, моно – и бипосевы, продуктивность и питательность корма.

Аннотация. Настоящая статья представляет собой анализ данных, собранных в ходе двухлетних полевых исследований (2023-2024 гг.) на опытном поле СЗНИИМЛПХ Вологодской области. Целью работы было сравнение продуктивности и питательности однолетних культур,

выращиваемых как отдельно, так и в составе смесей, для получения кормов. В опытах были задействованы следующие культуры: суданская трава (сорт Чишминская ранняя), полевой горох (Вологодский усатый), яровая вика (Льговская-22), яровой рапс (Бизон) и овёс (Яков). Результаты показали, что бобово-злаковые смеси обеспечивают значительные показатели урожайности за сезон: 31,2-44,3 т зелёной массы, 5,27-8,09 т сухого вещества, 3,8-6,0 тыс. кормовых единиц и 0,63-1,06 т сырого протеина на гектар. Выход обменной энергии варьировался от 49,8 до 75,9 ГДж. Наиболее высокое содержание сырого протеина в первом укосе (16,4% и 14,5%) было зафиксировано в смесях суданской травы с горохом (при нормах посева 60:40 и 40:60%) и суданской травы с викой яровой (при соотношении 40:60%).

Введение

Основой для расширения производства, увеличения ассортимента и повышения качества животноводческой продукции является крепкая кормовая база. Важно, чтобы производство кормов было адаптировано к климату и ресурсам региона, а также всегда превосходило потребности животноводства [1].

Главная задача производства кормов – дать животным хорошее и разнообразное питание. Это нужно, чтобы животноводство приносило больше недорогой продукции, а животные были здоровы и хорошо росли. Так как корма – это большая часть расходов (от 35% до 70%), то от того, насколько хорошо развито производство кормов, сильно зависит, насколько прибыльным будет животноводство [2].

Чтобы обеспечить надёжную кормовую базу, мы не только выращиваем районированные культуры, подходящие для местного климата, но и вводим в оборот редкие, но высокоурожайные виды растений, которые могут оказаться ценным дополнением для региона [3-5].

Для достижения этой цели необходимо выбирать самые урожайные культуры и улучшать методы их возделывания. Особое значение имеют однолетние кормовые культуры, отличающиеся высокой урожайностью и питательностью, а также устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям. В этом контексте сорговые культуры, особенно суданская трава, привлекают все больше внимания.

Выращиваемая в разных регионах, суданская трава является ценной кормовой культурой, обеспечивающей высокие урожаи, как зелёной массы, так и сена.

В регионах с благоприятным климатом (длительное тепло и достаточное количество осадков) суданская трава позволяет собирать 2-3 урожая зелёной массы, причем качество сена со второго и третьего укосов часто выше, чем с первого. В засушливых условиях эта культура

демонстрирует высокую эффективность, активно используя осадки второй половины теплого периода для формирования большого объема зеленой массы. Сравнение эффективности использования влаги показывает, что суданская трава производит 25,2 кг сухого вещества на 1 мм влаги, в то время как озимая рожь и ячмень дают лишь 6,3 кг и 14,7 кг соответственно [6].

Суданская трава обладает выраженной кустистостью и демонстрирует превосходную способность к возобновлению роста после скашивания. Это позволяет ей формировать обильную зеленую массу в летние и осенние месяцы, сохраняя продуктивность до наступления заморозков. Более того, последний урожай (отава) может быть использован для выпаса скота в октябре, когда естественные пастбища уже не обеспечивают достаточного количества корма. Ключевым достоинством суданской травы в рамках организации зеленого конвейера является ее высокая урожайность и питательная ценность корма [7-8].

Суданская трава демонстрирует уникальную способность формировать вторичную корневую систему даже при существенной сухости верхних слоев почвы. Это ставит ее в выгодное положение по сравнению с другими зерновыми культурами, такими как ячмень, яровая пшеница и просо. Благодаря этому, а также сочетанию ценных биологических свойств, высокой продуктивности и качества корма, суданская трава является одной из немногих кормовых культур, идеально подходящих для интенсивного кормопроизводства [9].

Чтобы успешно вырастить суданскую траву, важно учитывать ее теплолюбивость. Семена прорастут при температуре 10-12°C, но для наилучших результатов им требуется 20-30°C. Будьте осторожны с заморозками: даже кратковременное понижение температуры до -3-4°C может погубить всходы. Активный рост растения, проявляющийся в увеличении высоты стебля, начинается, когда среднесуточная температура стабильно превышает 10-12°C.

Выведены новые сорта суданской травы, отличающиеся ранним и средним сроком созревания. Эти сорта характеризуются ускоренным развитием фотосинтетической поверхности, большим количеством листьев на главном стебле, быстрым отрастанием после скашивания и превосходными кормовыми качествами [10].

Проблема монокультуры суданской травы заключается в сложности обеспечения животных сбалансированным рационом по содержанию белков и углеводов. Эффективным решением является использование смешанных посевов, сочетающих углеводные злаки с богатыми белком бобовыми, что гарантирует получение полноценного корма [11-13].

В Вологодской области исследования по совместному выращиванию суданской травы с другими однолетними культурами ранее не

проводились. Для развития животноводства смешанные посевы суданской травы с однолетними культурами могут стать источником высококачественных кормов. Результаты исследований в различных регионах России показывают, что максимальная урожайность и питательность достигаются при выращивании суданской травы в смешанных посевах с однолетними культурами.

В работах Агафонова В.А. [и др.] доказано, что использование рационально сформированных смешанных посевов способствует получению кормов с улучшенными питательными свойствами. При этом смешанные посевы однолетних культур, предназначенные для производства силоса, сена и зелёного корма, могут повысить выход белка с гектара на 15-30% по сравнению с монокультурами [14].

В связи с этим, для Вологодской области представляет интерес изучение возможностей совместного выращивания новых, недостаточно известных культур, таких как суданская трава, с пелюшкой, яровой ви- кой, яровым рапсом и овсом на корм.

Целью исследований является анализ ботанического состава, определение продуктивности и оценка питательной ценности агрофитоценозов на основе суданской травы, как малораспространенной однолетней культуры в Вологодском регионе.

Материалы и методы

Исследования проводятся с использованием полевых опытов, регламентированных методическими указаниями ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса [15]. Для статистической обработки данных применяется дисперсионный анализ, метод которого описан Б.А. Доспеховым [16].

Место проведения исследований – опытное поле СЗНИИМЛПХ имени А.С. Емельянова (подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН). Почва на участке осушенная, дерново-подзолистая, среднесуглинистая, со средней степенью окультуренности. Эксперимент организован по схеме, включающей 10 вариантов, в трехкратной повторности. Схема полевого опыта была следующей:

Варианты	Нормы высева	
1. Суданская трава (контроль)	100%	2,5 млн./га
2. Суданская трава + горох полевой	60%:40%	1,5:0,48 млн./га
3. Суданская трава + горох полевой	40%:60%	1,0:0,72 млн./га
4. Суданская трава + вика яровая	60%:40%	1,5:0,8 млн./га
5. Суданская трава + вика яровая	40%:60%	1,0:1,2 млн./га
6. Суданская трава + рапс яровой	60%:40%	1,5:1,2 млн./га
7. Суданская трава + горох полевой + овёс	50%:30%:20%	1,25:0,36:1,2 млн./га
8. Суданская трава + вика яровая + овёс	50%:30%:20%	1,25:0,6:1,2 млн./га
9. Суданская трава + рапс яровой + овёс	50%:30%:20%	1,25:0,9:1,2 млн./га
10. Суданская трава + горох полевой + вика яровая + овёс	40%:20%:20%:20%	1,0:0,24:0,4:1,2 млн./га

Исследование проводилось на делянках, каждая из которых имела площадь 14,0 м². Варианты были распределены систематически. В качестве контрольного образца для сравнения был использован одновидовой посев суданской травы.

Для посева были использованы следующие сорта:

№п/п	Культура	Сорт	Описание
1	Суданская трава	Чишминская ранняя	Разработан Башкирским НИИСХ, эта культура характеризуется ранним созреванием (78-81 дней) и высокой урожайностью зеленой массы (380 ц/га в среднем, до 465 ц/га). Содержание сырого протеина варьируется от 8% до 15%.
2	Горох полевой	Вологодский усатый	Среднеспелый сорт с безлистной формой и высокой устойчивостью к осыпанию. Период от всходов до уборки на корм составляет 45-61 дней, средняя урожайность сухого вещества – 56,5 ц/га. Семена крупные (136-171 г на 1000 шт.), содержание сырого протеина в зеленой массе – 15,1-18,8%.
3	Вика яровая	Льговская-22	Среднеспелый сорт с средней урожайностью сухого вещества (27,4-32,2 ц/га). Семена меньше гороха (72,9 г на 1000 шт.), содержание сырого протеина в зеленой массе – 16,4%. Период от всходов до уборки на корм – 38-45 дней.
4	Рапс яровой	Бизон	Среднеспелый сорт с массой 1000 семян 3,4-4,3 г. Средняя урожайность семян – 12,5 ц/га (максимум 21,8 ц/га). Зеленая масса содержит 14,3% протеина, семена богаты жиром (40-46,7%).
5	Овёс	Яков	Среднеспелый сорт с массой 1000 зерен 34-42 г. Средняя урожайность в Северо-Западном регионе – 39,4 ц/га, содержание протеина в зеленой массе – 11,9-12,8%.

Для оценки эффективности использовалась стандартная система обработки почвы с внесением минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Образцы кормовых культур были отобраны в фазе уборки на зеленую массу для определения ботанического состава и проведения химического анализа.

Анализ качества зеленой массы проводился в лаборатории химического аналитического центра ЦКП «Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства имени А.С. Емельянова», обособленного подразделения ФГБУН ВолНЦ РАН, по общепринятым научным методикам.

Для получения зеленого корма зерносмеси убирали, ориентируясь

на определенные фазы вегетации культур. Так, бобовые культуры и яровой рапс были скошены в период формирования бобов и стручков. Овес убирали в фазу выметывания. Суданская трава была убрана дважды: первый укос пришелся на начало выметывания, а второй – на начало цветения.

Климат Вологодской области – умеренный континентальный. Лето, как правило, достаточно теплое, с июльскими температурами в среднем около $+18^{\circ}\text{C}$. Однако, наряду с этим, возможны и периоды знойной жары, когда столбик термометра поднимается выше $+30^{\circ}\text{C}$. В то же время, ночи могут приносить ощутимую прохладу, с температурой около $+10^{\circ}\text{C}$. Высокая влажность – отличительная черта региона, объясняемая близостью водохранилища, рек, лесов и болот. Это способствует образованию густых туманов, особенно заметных в межсезонье [15].

Проведенные исследования показали, что погодные условия в течение всего периода наблюдений отличались значительной изменчивостью, что, несомненно, отразилось на росте и развитии изучаемых сельскохозяйственных культур. Анализ метеорологических данных позволил выявить ряд ключевых периодов, которые оказали наиболее существенное влияние на вегетационный процесс.

Первый этап исследований, начавшийся в 2024 году, ознаменовался посевом опытных культур 20 мая. Погода в конце мая характеризовалась установившейся теплой и сухой погодой. Несмотря на дефицит влаги в почве, что является фактором риска для молодых растений, всходы дружно появились уже через 11 дней после посева, что свидетельствует о высокой жизнеспособности семян и их адаптивности к неблагоприятным условиям. Июнь и июль, характеризовавшиеся умеренным количеством осадков, обеспечили благоприятные условия для роста и развития растений. Оптимальное сочетание тепла и влаги способствовало накоплению биомассы. Первый укос был произведен 10 июля, что говорит о достаточно быстром темпе роста изучаемых культур. Вегетационный период для бобовых и ярового рапса – от 45 до 49 дней, а для зерновых культур – от 47 до 52 дней. Такая динамика роста может быть объяснена благоприятными погодными условиями. Август, напротив, характеризовался жаркой погодой и дефицитом осадков. Недостаток влаги в этот критический период развития растений негативно сказался на их росте, что привело к снижению прироста биомассы. Второй укос был проведен 29 августа, спустя 50 дней после первого.

Уменьшение интервала между укосами по сравнению с предыдущим годом указывает на замедление темпов роста во второй половине вегетационного периода. В предыдущем году, 2023, исследования начались несколько раньше. Посев был произведен в более ранние сроки, что повлекло за собой иную динамику развития событий. Начало мая

было теплым и сухим, что способствовало быстрому появлению всходов – от 6 до 13 дней после посева. Однако, начиная с 3 июня, погода резко изменилась – начались обильные дожди. К счастью, с 11 июня установилась сухая погода с редкими осадками. Июль был умеренно жарким с кратковременными дождями и грозами, создавая благоприятный микроклимат для роста растений. Первый укос был проведен 25 июля. Вегетационный период в 2023 году для бобовых и рапса составил от 54 до 62 дней, а для зерновых – от 57 до 69 дней – значительно дольше, чем в 2024 году. Август и начало сентября были жаркими и засушливыми, что существенно замедлило темпы роста и развития растений. Второй укос состоялся 7 сентября, через 44 дня после первого. Таким образом, анализ данных показывает, что колебания погодных условий оказали существенное влияние на длительность вегетационного периода и урожайность изучаемых культур. Более благоприятные условия 2024 года позволили получить более ранний урожай, хотя и потенциально с меньшей урожайностью, в то время как затянувшийся вегетационный период 2023 года мог потенциально обеспечить больший урожай, несмотря на засушливый август и сентябрь.

Результаты исследования

Исследование показало, что ботанический состав посевов менялся в зависимости от используемых компонентов. В первом укосе за двухлетний период, в смесях суданской травы с горохом (варианты 2 и 3) и викой (варианты 4 и 5), при разных нормах высева (60:40 и 40:60%), наблюдалось преобладание бобовых культур. Их доля составила от 47,7% до 67,3%. Яровой рапс был представлен в посевах в объеме 49,7% и 25,7% (варианты 6 и 9). В более сложных смесях, где к суданской траве и овсу добавлялись горох, вика или рапс (варианты 7, 8, 9, 10), доминировали злаковые культуры, их доля колебалась от 47,0% до 63,7% в таблице 1.

Таблица 1 – Ботанический состав одновидового и смешанных посевов в среднем за 2023-2024 годы, %

Вариант и нормы высева (%)	Суд. трава	Горох	Вика	Рапс яровой	Овёс	Всего бобовых культур	Всего злаковых культур	Сорная примесь
первый укос								
1. Суданская трава (100) – (контроль)	91,2	-	-	-	-	-	91,2	8,8
2. Суд. трава + горох (60:40)	42,0	50,1	-	-	-	50,1	42,0	7,9
3. Суд. трава + горох (40:60)	31,8	63,0	-	-	-	63,0	31,8	5,1
4. Суд. трава + вика (60:40)	40,6	-	47,7	-	-	47,7	40,6	11,7
5. Суд. трава + вика (40:60)	27,7	-	67,3	-	-	67,3	27,7	4,9
6. Суд. трава + рапс яровой (60:40)	32,1	-	-	49,7	-	-	32,1	18,1
7. Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	21,1	42,3	-	-	29,1	42,3	50,1	7,6
8. Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	36,2	-	28,2	-	27,6	28,2	63,7	8,1
9. Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	34,4	-	-	25,7	26,7	-	61,1	13,1
10. Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	25,6	21,3	23,6	-	21,4	44,8	47,0	8,2

Результаты двухлетних исследований показали, что средняя степень засоренности посевов в первом укосе колебалась в пределах 4,9-18,1%. Доминирующими сорными видами являлись осот полевой, марь белая, подмаренник цепкий, мята полевая и аистник.

Во втором цикле скашивания, в течение двух лет наблюдений, суданская трава доминировала во всех исследуемых группах, составляя от 74,1% до 96,4% от общей массы. В небольших количествах присутствовали также вика яровая, яровой рапс и овес. Доля сорных растений варьировалась от 3,2% до 18,0%.

Анализ данных за 2023-2024 годы показывает, что в первом укосе

перед уборкой суданская трава в одновидовом посеве была самой высокой (118 см), в то время как в смешанных посевах ее рост был значительно ниже (60-87 см). Среди других культур, горох полевой продемонстрировал наибольшую высоту (до 123 см), за ним следовали вика яровая (до 108 см), овес (до 100 см), рапс (до 90 см).

Таблица 2 – Высота растений перед уборкой на зелёную массу, см

№ п/п	Вариант и нормы высева, %	В среднем за 2023-2024 годы, 1 укос			В среднем за 2023-2024 годы, 2 укос		
		горох, вика	рапс яровой	овёс, суданская трава	горох, вика	рапс яровой	овёс, суданская трава
1	Суданская трава (100) – (контроль)	-	-	-/118	-	-	-/135
2	Суд. трава + горох (60:40)	117/-	-	-/87	-/-	-	-/100
3	Суд. трава + горох (40:60)	123/-	-	-/60	-/-	-	-/87
4	Суд. трава + вика (60:40)	-/105	-	-/84	-/44	-	-/106
5	Суд. трава + вика (40:60)	-/108	-	-/68	-/50	-	-/80
6	Суд. трава + рапс яровой (60:40)	-/-	82	-/76	-/-	24	-/72
7	Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	108/-	-	100/78	-/-	-	59/78
8	Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	-/101	-	87/73	-/53	-	57/84
9	Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	-/-	90	95/76	-/-	45	57/70
10	Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	108/102	-	91/76	-/44	-	44/79

Во втором укосе 2023-2024 годов средняя высота растений перед уборкой варьировалась в зависимости от культуры. Так, суданская трава в чистом виде достигала 135 см, а в смесях – от 70 до 106 см. Яровые вика, рапс и овес имели высоту до 53 см, 45 см и 59 см соответственно.

При заготовке кормов урожайность однолетних культур определялась их видовым составом. Наиболее продуктивными в первом укосе оказались бобово-злаковые смеси: суданская трава с викой (40% + 60%), суданская трава с горохом и овсом (50% + 30% + 20%), а также суданская трава с горохом, викой и овсом (40% + 20% + 20% + 20%). Эти комбинации значительно превзошли контрольный вариант (только суданскую траву) по урожайности сухой массы, увеличив ее на 0,94-1,58 т/га (21,5-36,2%). Остальные смеси показали урожайность, сопоставимую с одновидовым посевом суданской травы. Горох, вика и овес сыграли ключевую роль в формировании урожайности первого укоса.

Продуктивность с одного гектара за один укос составила: 22,3-30,5 тонн зеленой массы, 2,5-4,5 тыс. кормовых единиц, 0,47-0,85 тонны сырого протеина и 40,2-58,0 ГДж обменной энергии.

Во втором укосе одновидовой посев суданской травы сорта Чишминская ранняя показал лучшую урожайность сухой массы (3,72 т/га СВ). При этом все посевные смеси оказались менее продуктивными, чем этот сорт.

Второй укос с 1 га позволил получить дополнительно: до 18,1 т зеленой массы, до 2,6 тыс. кормовых единиц, до 0,35 т сырого протеина, а выход обменной энергии составил до 34,8 ГДж в таблице 3.

Таблица 3 – Продуктивность однолетних культур в одновидовом и смешанных посевах на кормовые цели в среднем за 2023 - 2024 годы

№ п/п	Вариант и нормы посева, (%)	Урожайность, т/га			Сбор с 1 га		
		зелёная масса	сухое вещество	± к контролю	сырой протеин, т	обменная энергия, ГДж	кормовые единицы, тыс.
первый укос							
1.	Суданская трава (100) – (контроль)	23,5	4,37	-	0,48	40,2	3,0
2.	Суд. трава + горох (60:40)	28,9	4,93	+0,56	0,80	49,9	4,0
3.	Суд. трава + горох (40:60)	28,8	4,54	+0,17	0,63	43,0	3,3
4.	Суд. трава + вика (60:40)	29,9	5,11	+0,74	0,60	47,9	3,6

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

5.	Суд. трава + вика (40:60)	30,5	5,31	+0,94	0,85	51,1	3,9
6.	Суд. трава + рапс яр. (60:40)	22,3	3,66	-0,71	0,47	34,1	2,5
7.	Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	28,4	5,45	+1,08	0,65	51,0	3,8
8.	Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	27,8	5,01	+0,64	0,63	47,7	3,6
9.	Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	23,7	4,41	+0,04	0,60	41,3	3,1
10.	Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	28,5	5,95	+1,58	0,77	58,0	4,5

 НСР₀₅ 0,74

за сезон (включая 2-ой укос)

1.	Суданская трава (100) – (контроль)	41,6	8,09	-	0,84	75,0	5,6
2.	Суд. трава + горох (60:40)	43,9	7,64	-0,45	1,06	75,9	6,0
3.	Суд. трава + горох (40:60)	41,4	7,02	-1,07	0,84	66,3	5,0
4.	Суд. трава + вика (60:40)	44,3	7,90	-0,19	0,90	75,0	5,8
5.	Суд. трава + вика (40:60)	39,9	7,06	-1,03	0,97	67,7	5,2
6.	Суд. трава + рапс яр. (60:40)	31,2	5,27	-2,82	0,63	49,8	3,8
7.	Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	37,9	7,31	-0,78	0,80	68,7	5,2
8.	Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	37,5	6,79	-1,30	0,78	65,0	5,0
9.	Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	32,6	5,98	-2,11	0,75	56,1	4,2
10.	Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	38,3	7,76	-0,33	0,91	74,4	5,7

 НСР₀₅ 0,87

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

В течение сезона урожайность сухой массы у четырех вариантов смесей достигла уровня контрольного образца (суданская трава сорта Чишминская ранняя). Это были: вариант 2 (суданская трава 60% + горох полевой 40%), вариант 4 (суданская трава 60% + вика яровая 40%), вариант 7 (суданская трава 50% + горох полевой 30% + овёс 20%) и вариант 10 (суданская трава 40% + горох полевой 20% + вика яровая 20% + овёс 20%). Все остальные смеси показали более низкую урожайность по сравнению с контролем.

За сезон с одного гектара удалось получить: 31,2-44,3 т зелёной массы, произвести 3,8-6,0 тыс. кормовых единиц и 0,63-1,06 т сырого протеина. Выход обменной энергии составил 49,8-75,9 ГДж.

Как показали исследования, химический состав и питательная ценность посевов напрямую связаны с тем, какие виды растений их составляют в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание питательных веществ и энергии в одновидовом и смешанных посевах в 1 кг СВ в среднем за 2023-2024 гг

№ п/п	Вариант и нормы высева, (%)	сП, %	сКл, %	ОЭ, МДж
первый укос				
1.	Суданская трава (100) – (контроль)	12,2	27,3	10,7
2.	Суд. трава + горох (60:40)	16,4	24,6	11,0
3.	Суд. трава + горох (40:60)	14,5	27,8	11,9
4.	Суд. трава + вика (60:40)	11,5	27,9	9,5
5.	Суд. трава + вика (40:60)	16,4	26,4	12,3
6.	Суд. трава + рапс яр. (60:40)	13,4	27,9	10,7
7.	Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	12,1	28,4	10,3
8.	Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	12,7	27,0	10,1
9.	Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	13,4	29,1	9,6
10.	Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	12,9	25,4	9,2
второй укос				
1.	Суданская трава (100) – (контроль)	9,4	28,9	9,2
2.	Суд. трава + горох (60:40)	8,4	24,8	9,7
3.	Суд. трава + горох (40:60)	9,3	24,3	9,8
4.	Суд. трава + вика (60:40)	9,9	24,3	9,8
5.	Суд. трава + вика (40:60)	9,3	24,0	9,9
6.	Суд. трава + рапс яр. (60:40)	9,7	24,1	9,8
7.	Суд. трава + горох + овёс (50:30:20)	8,2	25,1	9,7
8.	Суд. трава + вика + овёс (50:30:20)	8,8	23,0	10,0
9.	Суд. трава + рапс яр. + овёс (50:30:20)	10,1	24,9	9,8
10.	Суд. трава + горох + вика + овёс (40:20:20:20)	8,4	26,8	9,5

В первом укосе наивысшее содержание сырого протеина (16,4% и 14,5%) было зафиксировано в смесях, включающих бобовые и злаковые культуры. К таким смесям относятся: суданская трава с полевым горохом при нормах высева 60:40 и 40:60% (варианты 2, 3) и суданская трава (40%) с викой яровой (60%) (вариант 5). Содержание клетчатки в первом укосе всех вариантов опыта находилось в диапазоне 24,6-29,1%, а обменная энергия с 9,2 до 12,3 МДж.

При анализе второго укоса было установлено, что наибольшее количество сырого протеина, достигающее 9,9% и 10,1%, было зафиксировано в вариантах, где использовались следующие комбинации: суданская трава в соотношении 60% с викой яровой 40%, а также смесь суданской травы (50%), рапса ярового (30%) и овса (20%). Содержание клетчатки во всех исследуемых вариантах второго укоса находилось в пределах 23,0-28,9%, при этом обменная энергия варьировалась от 9,2 до 10,0 МДж.

Выводы

Чтобы создать устойчивую кормовую базу для животноводства, важно сосредоточиться на выращивании однолетних культур с высокой урожайностью. Результаты многолетних исследований выявили, что оптимальным решением являются бобово-злаковые смеси. Среди них особо выделяются варианты с суданской травой в сочетании с викой яровой (40% + 60%, вариант 5), горохом полевым и овсом (50% + 30% + 20%, вариант 7), а также комплексная смесь из суданской травы, гороха полевого, вики яровой и овса (40% + 20% + 20% + 20%, вариант 10). Эти смеси обеспечили значительное повышение урожайности сухой массы за один укос – на 0,94-1,58 т/га, что на 21,5-36,2% больше, чем у контрольного варианта.

Сорт Чишминская ранняя (контроль), посеянный одновидовым способом, оказался наиболее продуктивным во втором укосе, обеспечив высокую урожайность надземной биомассы в сухом весе – 3,72 т/га СВ.

Однолетние культуры продемонстрировали высокую урожайность с одного гектара за сезон, принеся от 31,2 до 44,3 тонн зеленой массы. Это эквивалентно 5,3-8,1 тоннам сухого вещества, 3,8-6,0 тысячам кормовых единиц и 0,63-1,06 тоннам сырого протеина. Выход обменной энергии составил 49,8-75,9 ГДж.

В первом укосе суданская трава в чистых посевах содержала 12,2% сырого протеина, а в смешанных – от 11,5% до 16,4%. Во втором укосе эти показатели снизились до 9,4% в чистых посевах и 8,2-10,1% в смешанных.

По высоте растений, горох и вика яровая преобладали в первом укосе, тогда как суданская трава показала наибольший рост во втором укосе, особенно в вариантах 1-5.

Литература:

1. Ashenafi Worku, Bethel Nekir Lemma Mamo and Teshome Bekele. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. - 2019. - 10(5). - С. 94-102.
2. Косолапов, В. М. Кормопроизводство — стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика./ В. М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова – М.: Росинформагротех, 2009. – 200 с.
3. Агафонов, В.А. Суданская трава в агроценозах – надежный источник кормов в Прибайкалье / В.А. Агафонов, // Вестник КрасГАУ. - 2021. - № 9. - С. 38–44. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-38-44
4. 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. - Т7. - №1. - С. 1-14.
5. Безгодова, И.Л. Влияние перспективных видов и сортов бобовых культур на ботанический состав, продуктивность и питательность однолетних смесей в условиях Европейского Севера России /И.Л. Безгодова, Н.Ю. Коновалова. // *АгроЗооТехника*. - 2022. - Т. 5. - № 4. - С. 1–14. DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.2
6. Горлов, И.Ф. Нижнее Поволжье. Альтернативы сорговым культурам нет / И.Ф. Горлов, В.Н. Кононов, Е.А. Шевяков // *Кормопроизводство*. - 2012. - № 11. - С. 14–15.
7. Коконов, С.И. Технология возделывания суданской травы в условиях Удмуртской Республики. / С.И. Коконов Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. - 30 с.
8. Nasiyev B., Zhanatalapov N. and Shibaikin V. Assessment of the Elements of the Sudan Grass Cultivation Technology in the Zone of Dry Steppes. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2021.-21(1).-172–180.
9. Вертикова, Е.А. *Аграрный научный журнал Саратовский Государственный Университет генетики, биотехнологий и инженерии им. Н. И. Вавилова* / Е.А. Вертикова, В.И. Жужукин, С.С. Куколева 2017. - № 12. - С.10–13.
10. Влияние нормы высева и способов посева на урожайность суданской травы / Н.Т. Павлюк, А.А. Булавский, Я.А. Свиридов и др. // Роль селекции в формировании агротехнологий для обеспечения стабильного производства зерна в условиях меняющегося климата. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Отделение земледелия РАСХН. Каменная Степь, 15 июня 2011 года. - Воронеж: Истоки, 2011. - С. 221-223.
11. *Аветисян, А.Т. Питательная ценность бобово-злаковых смесей*

в лесостепи / А.Т. Аветисян // Вестник КрасГАУ. - 2015. - № 12 (111). - С. 123–128.

12. Безгодова, И.Л. Эффективность выращивания смешанных посевов на основе перспективных сортов зернобобовых культур / И.Л. Безгодова, Н.Ю. Коновалова // АгроЗооТехника. - 2019. - Т. 2. - № 4. - С. 1–11.

13. Кашеваров, Н.И. Сибирское кормопроизводство в цифрах / Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников // СО РАСХН, СибНИИ кормов. Новосибирск, 2004. - 140 с.

14. Агафонов, В.А. Кормовое достоинство агроценозов суданской травы с бобовыми культурами в Предбайкалье / В.А. Агафонов, Е.В. Бояркин // Вестник Бурятской Государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филипова. - 2020. - №3 (60). - С. 14-20.

15. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. / Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов [и др.]. Москва. 1987 - 198 с.

16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985.-351 с.

17. Сорта гороха выведенные в Северо-Западном научно исследовательском институте молочного и лугопастбищного хозяйства / Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, И.Л. Безгодова, О.О. Чернышева // Аграрный научный журнал. - 2024. - №4. - С. 56-62.

References:

1. Ashenafi W., Bethel N. L. M., Teshome B. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 2019, no. 10(5), pp. 94-102. (In English) – Text direct.

2. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. *Kormoproizvodstvo — strategicheskoe napravlenie v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii. Teoriya i praktika* [Forage production — a strategic direction in ensuring food security of Russia. Theory and practice]. Moscow, Rosinformagrotech, 2009. 200 p. (In Russian) – Text direct.

3. Agafonov V.A. Sudan grass in agrocenoses is a reliable source of feed in the Baikal region. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2021, no. 9, pp. 38–44. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-38-44. (In Russian) – Text electronic.

4. Bezgodova I.L., Vakhrusheva V.V., Pryadil'shchikova E.N., et al. Growing Sudan grass in single- and mixed crops for green mass in the conditions of the North-West of Russia. *AgroZooTekhnika* [AgroZooTechnique], 2024, vol. 7, no. 1, pp. 1-14. (In Russian) – Text direct.

5. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu. Influence of promising species

and varieties of legumes on the botanical composition, productivity and nutritional value of annual mixtures in the conditions of the European North of Russia. *AgroZooTekhnika* [AgroZooTechnique], 2022, vol. 5, no. 4, pp. 1–14. DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.2 (In Russian) – Text electronic.

6. Gorlov I.F., Kononov V.N., Shevyakov E.A. Lower Volga region. There is no alternative to sorghum. *Kormoproizvodstvo* [Forage production], 2012, no. 11, pp. 14–15. (In Russian) – Text direct.

7. Kokonov S.I. *Tekhnologiya vozdeleyvaniya sudanskoy travy v usloviyakh Udmurtskoy Respubliki* [Technology of cultivation of Sudanese grass in the conditions of the Udmurt Republic]. Izhevsk: FSBEI of HPE Izhevsk SAA, 2011. 30 p. (In Russian) – Text direct.

8. Nasiyev B., Zhanatalapov N. and Shibaikin V. Assessment of the Elements of the Sudan Grass Cultivation Technology in the Zone of Dry Steppes. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2021, no. 21(1), 172–180. (In English) – Text direct.

9. Vertikova E.A., Zhuzhukin V.I., Kukoleva S.S. *Agrarnyy Nauchnyy Zhurnal Saratovskiy Gosudarstvennyy Universitet Genetiki, Biotekhnologii i inzhenerii im. N. I. Vavilova* [Agricultural Scientific Journal of Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov], 2017, no. 12, pp. 10–13. (In Russian) – Text direct.

10. Pavlyuk N.T., Bulavsky A.A., Sviridov Ya.A., et al. The influence of seeding rate and sowing methods on the yield of Sudan grass. *Rol' selektsii v formirovanii agrotekhnologiy dlya obespecheniya stabil'nogo proizvodstva zerna v usloviyakh menyayushchegosya klimata. Mater. Vseros. nauch.-prakt. konf.* [The role of selection in the formation of agricultural technologies to ensure stable grain production in a changing climate. Proc. All-Russian scientific and practical. conf.] Department of Agriculture RAAS. Kamennaya Steppe. Voronezh, Istoki, 2011, pp. 221–223. (In Russian) – Text direct.

11. Avetisyan A.T. Nutritional value of legume-cereal mixtures in the forest-steppe. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], 2015, no. 12 (111), pp. 123–128. (In Russian) – Text direct.

12. Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu. Efficiency of growing mixed crops based on promising varieties of leguminous crops. *AgroZooTekhnika* [AgroZooTechnique], 2019, vol. 2, no. 4, pp. 1–11. (In Russian) – Text direct.

13. Kashevarov N.I., Reznikov V.F. *Sibirskoe kormoproizvodstvo v tsifrakh* [Siberian forage production in figures]. Novosibirsk, SB RAAS, SibNII of Forage, 2004. 140 p. (In Russian) – Text direct.

14. Agafonov V.A., Boyarkin E.V. Forage value of agrocenoses of Sudan grass with legumes in the Cis-Baikal region. *Vestnik Buryatskoj Gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii im. V.R. Filipova* [V.A. Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filipov],

2020, no. 3 (60). pp. 14-20. (In Russian) – Text direct.

15. Novoselov Yu.K., Kireev V.N., Kutuzov G.P., et al. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Methodical guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow, 1987. 198 p. (In Russian) – Text direct.

16. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta. 5-e izd., pererab. i dop.* [Methods of field experiment. The 5th ed., updated and revised. Moscow, Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian) – Text direct.

17. Pryadil'shchikova E.N., Vakhrusheva V.V., Bezgodova I.L., et al. Pea varieties bred in the North-West Research Institute of Dairy and Meadow Pasture Farming. *Agrarnyj Nauchnyj Zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2024, no. 4, pp. 56-62. (In Russian) – Text direct.

Growing the rare crop of Sudan grass in single and binary crops in the conditions of the Vologda region

Bezgodova Irina Leonidovna, Candidate of Science (Agriculture), Senior Researcher, Department of Plant Growing.

e-mail: bezgodova@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution North-West Research Institute of Dairy and Meadow Pasture Farming - a separate division of Federal State Budgetary Scientific Institution «Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

Kulikova Elena Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Head of the Department of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry, Docent.

e-mail: elena-kulikova@list.ru

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

Pryadil'shchikova Elena Nikolaevna, Senior Researcher, Plant Growing Department.

e-mail: Lenka2305@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution North-West Research Institute of Dairy and Meadow Pasture Farming - a separate division of the Federal State Budgetary Scientific Institution «The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

Keywords: Sudan grass, field pea, spring vetch, spring rape, oats, mono- and bi-crops, productivity and nutritional value of feed.

Abstract. This article introduces an analysis of data collected during two years of the field research (2023-2024) in the experimental field of SZNIIMLPKh in the Vologda region. The aim of the work is to compare the productivity and nutritional value of annual crops which have been grown both separately and in mixtures for fodder production. The following crops have been used in the experiments: Sudan grass (Chishminskaya rannaya variety), field peas (Vologodskiy usatyy variety), spring vetch (Lugovskaya-22 variety), spring rape (Bison variety) and oats (Yakov variety). The results have showed that legume-cereal mixtures provided significant yield indicators per season: 31.2-44.3 tons of green mass, 5.27-8.09 tons of dry matter, 3.8-6.0 thousand feed units and 0.63-1.06 tons of crude protein per hectare. The exchange energy output varied from 49.8 to 75.9 GJ. The highest content of crude protein in the first cut (16.4% and 14.5%) has been recorded in the mixtures of Sudan grass with peas (at sowing rates of 60:40 and 40:60%) and Sudan grass with spring vetch (by proportion of 40:60%).

Оценка действия жидкого гуминового препарата «онежский» на ростовые и продуктивные показатели ячменя

Рассохина Ирина Игоревна, научный сотрудник

e-mail: rasskhinairina@mail.ru

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

Сухарева Любовь Владимировна, научный сотрудник

e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru

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

Платонов Андрей Викторович, кандидат биологических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: platonov70@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Вологодский научный центр Российской академии наук», Федеральное
казенное образовательное учреждение высшего образования
«Вологодский институт права и экономики Федеральной службы
исполнения наказаний»

Ключевые слова: гуминовые препараты, ассимиляционная поверхность, сухая масса, зерновая урожайность, пигменты.

Аннотация. Урожайность зерновых и зернобобовых культур в Вологодской области существенно отстает от Ленинградской области, при этом сравнительный анализ внесения удобрений для возделывания сельскохозяйственных культур в данных областях выявил существенные различия лишь по внесению органических удобрений (разница – 2,3 раза). Цель работы сводилась к изучению действия жидкого гуминового препарата «Онежский», который создан и производится на территории Вологодской области, на рост и продуктивность ячменя сорта Сонет. Результаты полевого мелкоделяночного опыта 2024 года показали существенную эффективность его использования: в фазу колошения ассимиляционная поверхность ячменя возрастает в 2,7 раза, содержание хлорофиллов – на 34–45%, а итоговая зерновая продуктивность – на 13–50%. Отметим, что наиболее действенным способом внесения данного

препарата оказалось единовременное замачивание семян ячменя перед посевом и опрыскивание филлосферы. Результаты позволяют говорить, что ЖГП «Онежский» оказался эффективнее известного и широко используемого препарата «Гумат +7».

Введение

Ведение сельского хозяйства, которое будет отвечать запросам современного общества, невозможно представить без использования удобрений и средств защиты растений. Улучшение плодородия почвы, повышение качества производимой продукции и ее количества может происходить несколькими путями, один из таких – применение интенсивных технологий с использованием различных комплексных удобрений. При этом вносимые удобрения не в полной мере используются растениями, а пестициды химического происхождения часто наносят ощутимый вред как природному сообществу агрофитоценозов, так и здоровью населения [1,2].

Урожайность зерновых и зернобобовых культур Вологодской области варьирует от 13,1 ц/га до 23,5 ц/га (период 2015–2023 гг.), что существенно отстает от показателей близлежащей Ленинградской области (урожайность зерновых в среднем за период 2015–2023 гг. достигала 34,4 ц/га). Аналогичны различия и по урожайности кормовых однолетних и многолетних трав [3,4]. При этом сравнительный анализ использования удобрений для возделывания сельскохозяйственных культур в Вологодской и Ленинградской областях [5] не показал существенных отличий по внесению минеральных удобрений (разница достигала только 6%), однако выявил значимые различия по внесению органических удобрений (разница – 2,3 раза, рисунок 1). Возможно, именно интенсивное внедрение органических препаратов в сельскохозяйственном производстве Ленинградской области по сравнению с Вологодской областью позволяет повысить выход урожайности возделываемых культур, при этом сохраняя природные сообщества и почвенное плодородие.

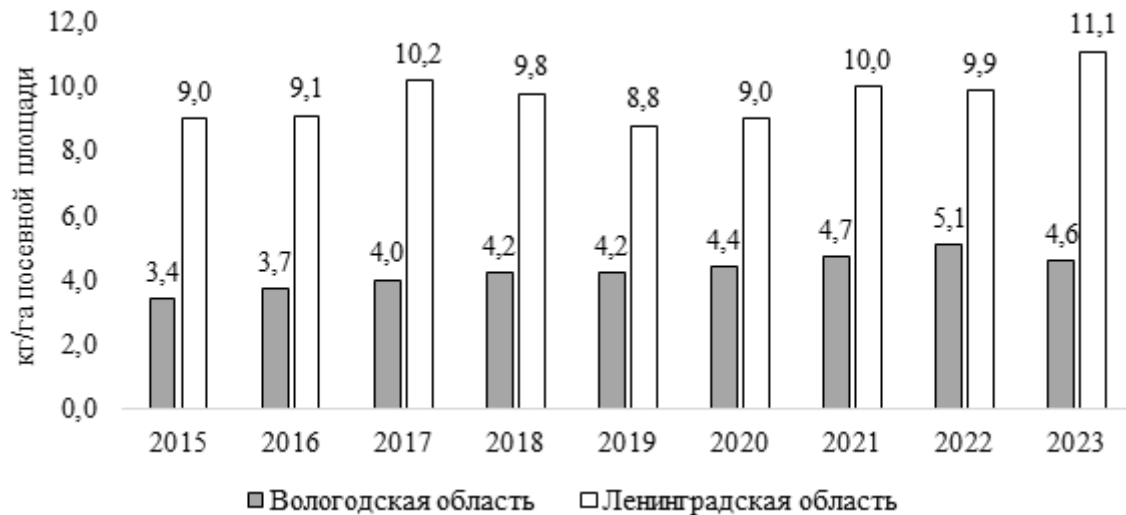


Рисунок 1 – Вносимые органические удобрения, кг/га посевной площади

[Федеральная служба государственной статистики. Разделы: Внесено сельскохозяйственными организациями минеральных удобрений в пересчете на 100 % питательных веществ и Внесено сельскохозяйственными организациями органических удобрений на 1 га посева <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 7.02.2025)]

К одним из удобрений органического типа можно отнести гуминовые препараты (гуматы). Гуминовые вещества являются органическим стимулятором роста растений. Известно, что их применение на почвах с различным содержанием элементов питания оказывает благоприятное действие на урожайность сельскохозяйственных культур. На сегодняшний день гуминовые препараты достаточно широко и успешно применяются в растениеводческой практике [6, 7].

Ячмень яровой одна из основных зерновых культур Вологодской области, которая активно используется в кормовых травосмесях [8]. Сорт Сонет допущен к возделыванию в Северо-Западном регионе, по сроку созревания является среднепоздним, с средним содержанием белка от 12% до 16% [9]. Выбранный сорт один из наиболее адаптивных к климатическим условиям области и активно используется в севооборотах местных хозяйств [10].

В связи с вышесказанным была поставлена цель – изучить действие жидкого гуминового препарата «Онежский» на рост и продуктивность ячменя сорта Сонет в условиях Вологодской области. Важно, что жидкий гуминовый препарат «Онежский» (ЖГП «Онежский») создан и производится на территории Вологодской области, тем самым, при получении положительных результатов, может заменить привозимые из других регионов аналогичные препараты.

Объект исследований: ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.) сорт Сонет.

Препарат «Онежский» производится на основе обработки универсального вермикомпоста и бурой водоросли фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus* L.) из Беломорья (ТУ 01.61.10-001-52027899-2024). Добавление бурой водоросли, в которой содержатся макро-, мезо- и микроэлементы, свободные аминокислоты и полисахариды, обогащает получаемый препарат биологически активными веществами. Богатый набор элементов может позволить растениям сформировать мощную вегетативную массу и корневую систему. Благодаря наличию подвижных водорастворимых форм гуматов калия и натрия, корневая и внекорневая обработки растений препаратом «Онежский» может способствовать поглощению элементов минерального питания, ускорению онтогенеза, а также усилению сопротивляемости растений к неблагоприятным факторам среды (высокие и низкие температуры, засуха, переувлажнение почвенного слоя, механические повреждения, инфекционные заболевания, воздействия пестицидов и пр.).

Задачи исследования:

1. Оценить действие ЖГП «Онежский» на ростовые и продуктивные параметры ячменя ярового сорта Сонет путем постановки мелкоделяночного полевого опыта.
2. Сопоставить действие гуминовых препаратов «Гумат +7» и «Онежский» на ростовые и продуктивные параметры ячменя ярового сорта Сонет в условиях Вологодской области.
3. Выявить наиболее эффективный способ внесения ЖГП «Онежский» в условиях Вологодской области при возделывании ячменя ярового.

Материалы и методы

Полевой мелкоделяночный опыт по изучению действия жидкого гуминового препарата (ЖГП) «Онежский» на рост и продуктивность ячменя ярового сорта Сонет был поставлен в 2024 году на опытном поле СЗНИИМЛПХ – обособленного подразделения ФГБУН «ВолНЦ РАН». Посев культур осуществлялся с помощью ручной сеялки СОМ-6Р, площадь учетной делянки – 8 м². Агрохимические условия почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимические условия почвы (по результатам анализа почвенного образца ФГБУ ГЦАС «Вологодский»)

Показатель	Содержание
Кислотность солевой вытяжки, ед. рН	5,7±0,1
Массовая доля органического вещества, %	2,5±0,5
Массовая доля подвижных соединений калия (K ₂ O), мг/кг	332,0±49,8

Массовая доля подвижных соединений фосфора (P_2O_5), мг/кг	222,0±44,4
Массовая доля нитратного азота, мг/кг	3,7±1,1
Массовая доля обменного аммония, мг/кг	10,8±1,1

Полевой мелкоделяночный опыт включал следующие варианты:

1. Контроль (замачивание семян в воде перед посевом);
2. Внесение известного и широко используемого сельскохозяйственными предприятиями Вологодской области препарата «Гумат +7» (замачивание семян и опрыскивание растений по филлосфере раствором «Гумат +7» в концентрации 100 мл/л);
3. Внесение ЖГП «Онежский» исключительно путем опрыскивания по филлосфере (концентрация раствора 100 мл/л);
4. Внесение ЖГП «Онежский» исключительно путем замачивания семян (концентрация раствора 100 мл/л);
5. Двукратное внесение ЖГП «Онежский» путем замачивания семян и опрыскивания растений по филлосфере (концентрация раствора 100 мл/л).

Снятие ростовых параметров ячменя ярового проводили дважды в течении вегетации (в фазы трубкования и колошения), оценивали общую и продуктивную кустистость, количество листьев, среднюю площадь отдельного листа и общую ассимиляционную поверхность растения, сырую и сухую массы побега. Содержание фотосинтетических пигментов определяли в листьях ячменя спектрофотометрическим методом в фазу трубкования и колошения (извлечение пигментов осуществляли экстракцией в 85%-ом ацетоне). В конце вегетации оценивали зерновую продуктивность опытных и контрольных вариантов, для этого биомассу изымали сноповым методом, досушивали в одинаковых условиях и проводили оценку структуры урожая (количество растений, масса 1000 зерновок, количество зерновок в соцветии и масса зерна с 1 м²) [Доспехов, 2014] [11]. Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, 2019.

Результаты исследования

Результаты полевого опыта показывают, что использование раствора ЖГП «Онежский» способно увеличить площадь ассимиляционной поверхности ячменя (таблица 2). В фазу начала трубкования растения ячменя, семена которых были обработаны раствором ЖГП «Онежский», превосходили контроль по общей ассимиляционной поверхности на 40–81%. Отметим, что наибольший вклад в увеличение ассимиляционной поверхности внесла не площадь отдельного листа (различия 4%), а увеличение количества листьев ячменя (разница 31–74%). При использовании препарата «Гумат +7», в целом, картина была

аналогична: площадь листовой поверхности превзошла контроль на 95% за счет увеличения количества листьев на 90%. В варианте, где внесение ЖГП «Онежский» осуществлялось исключительно путем опрыскивания филлосферы, к моменту снятия параметров в фазу начала трубкования не отличались от контроля (внесение препарата еще не было произведено).

Таблица 2 – Результаты оценки ростовых параметров ячменя ярового сорта Сонет при внесении раствора ЖГП «Онежский»

Вариант	Общая кустистость, шт.	Количество листьев, шт.	Средняя площадь листа растения, см²	Общая листовая поверхность растения, см²
<i>фаза начала трубкования</i>				
Контроль	1,4±0,2	5,8±0,4	7,7±0,4	44,4±3,5
Препарат «Гумат +7»	3,2±0,2*	11,0±0,7*	7,8±0,4	86,6±7,3*
ЖГП «Онежский» (только опрыскивание)	2,0±0,2	6,6±0,3	7,4±0,5	47,2±3,9
ЖГП «Онежский» (только замачивание)	2,5±0,1*	10,1±0,8*	8,0±0,5	80,3±5,9*
ЖГП «Онежский» (замачивание и опрыскивание)	4,8±0,7*	7,6±0,8*	8,0±0,5	62,1±4,4
НСР ₀₅	0,77	2,15	1,73	20,47
<i>фаза колошения</i>				
Контроль	1,6±0,2	5,7±0,5	9,0±0,6	47,9±3,7
Препарат «Гумат +7»	3,1±0,4	10,9±1,5*	11,2±0,6	116,0±15,6*
ЖГП «Онежский» (только опрыскивание)	1,9±0,2	6,3±0,5	9,0±0,8	62,2±6,8
ЖГП «Онежский» (только замачивание)	3,9±0,4*	15,6±2,1*	10,3±0,7	131,1±13,9*
ЖГП «Онежский» (замачивание и опрыскивание)	3,8±0,5*	17,9±2,2*	8,8±0,4	131,0±12,2*
НСР ₀₅	1,53	5,08	2,41	44,31

Примечание: * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $p < 0,05$.

В фазу колошения, в целом, закономерности, наблюдаемые в фазу начала трубкования, повторяются. В варианте, где происходило исключительно опрыскивание филлосферы растений раствором ЖГП «Онежский», морфометрические параметры отличались от контроля в наименьшей степени. В вариантах, где осуществлялась предпосевная

обработка семян раствором ЖГП «Онежский», было зафиксировано увеличение всех оцениваемых морфометрических параметров: общая кустистость была больше контроля в 2,3–2,4 раза, продуктивная кустистость – в 2 раза, количество листьев – в 2,7–3,1 раза, общая листовая поверхность – в 2,7 раза (средняя площадь отдельного листа, в целом, находилась на уровне контроля). Действие препарата «Гумат +7» оказалось схожим: количество листьев превзошло контроль на 91%, средняя площадь листа – на 24%, общая листовая поверхность – на 142%.

В результате проведенного спектрофотометрическим методом анализа содержания пигментов в листьях ячменя было выявлено увеличение хлорофиллов на 34–45% и каротиноидов на 50–71% в вариантах с предпосевной обработкой семян ЖГП «Онежский». Наблюдаемые отличия, в целом, схожи и даже превосходят результаты оценки содержания фотосинтетических пигментов в варианте, где осуществлялось внесение известного и широко применимого на практике препарата «Гумат +7» (хлорофиллы возростали относительно контроля на 17%, каротиноиды – на 28%). При этом, в варианте, где осуществлялось внесение раствора ЖГП «Онежский» исключительно путем опрыскивания филлосферы ячменя, результаты соответствуют контролю (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях ячменя ярового сорта Сонет в стадию колошения, мг/г сырой массы

Вариант	Хлорофиллы			Каротиноиды
	а	б	а+б	
Контроль	0,82±0,041	0,26±0,016	1,08±0,057	0,34±0,017
Препарат «Гумат +7»	1,01±0,033*	0,25±0,030	1,26±0,063*	0,46±0,021*
ЖГП «Онежский» (только опрыскивание)	0,89±0,037	0,28±0,018	1,16±0,055	0,36±0,017
ЖГП «Онежский» (только замачивание)	1,25±0,026*	0,32±0,030*	1,57±0,047*	0,58±0,022*
ЖГП «Онежский» (замачивание и опрыскивание)	1,13±0,020*	0,32±0,005*	1,45±0,012*	0,51±0,012*
НСР ₀₅	0,077	0,051	0,120	0,043

Примечание: * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $p < 0,05$.

Полученные результаты согласуются с данными М.У. Ляшко с соавт. (2018) на примере картофеля, Н.А. Воронковой с соавт. (2022) на культуре пшеницы яровой и А. И. Говоровой с соавт. (1985), где отмечено увеличение содержания пигментов в листьях растений при внесении гуминовых препаратов [12, 13, 14].

Один из важных показателей роста и продуктивности растений – накопление сухого вещества в процессе вегетации. В рамках проведенных исследований было выявлено, что использование обоих препаратов оказывает стимулирующее действие на накопление сухой массы. Так, предпосевное замачивание семян в растворе ЖГП «Онежский» повышало накопление сухой массы растений в фазу начала трубкования на 32–75%, в фазу колошения – на 99–116%. В варианте, где семена перед посевом не замачивались, а ЖГП «Онежский» вносился исключительно путем опрыскивания филлосферы, значения статистически от контроля не отличаются и находятся в пределах 17–21% (рисунок 2).

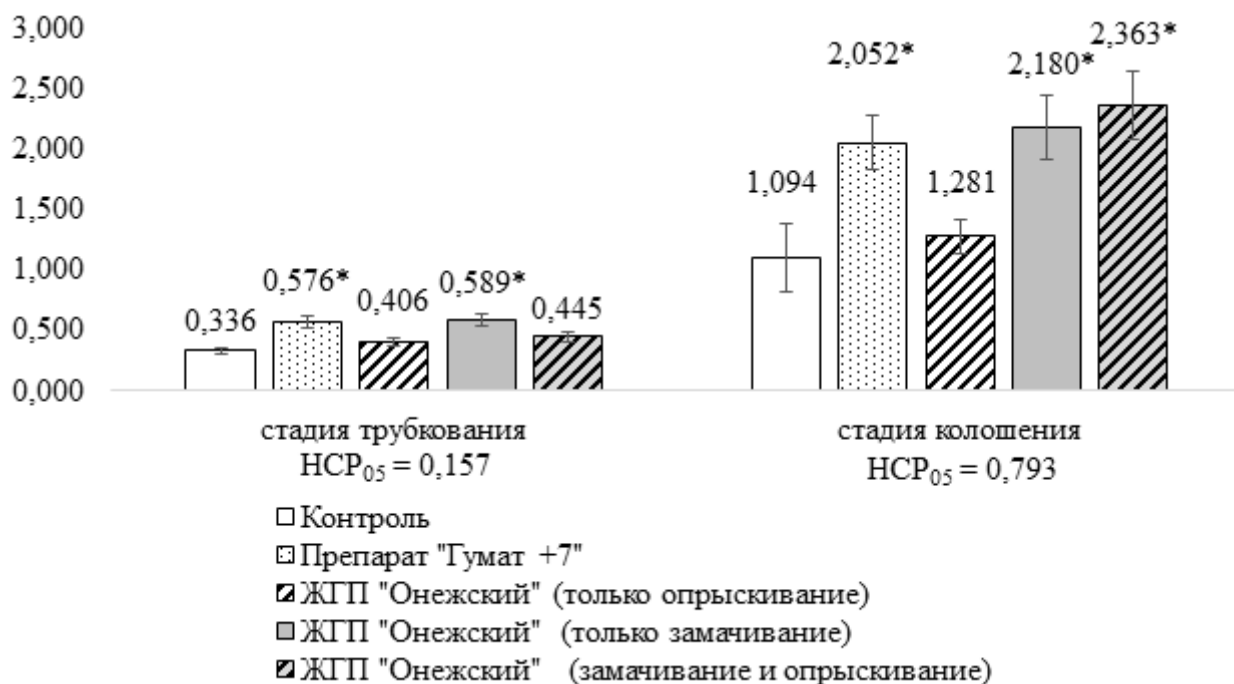


Рисунок 2 – Сухая масса опытных растений в течении вегетации, г
Примечание: * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $p < 0,05$.

Результаты оценки зерновой продуктивности ячменя в рамках постановки мелкоделяночного опыта показали высокое действие ЖГП «Онежский». Так, внесение данного препарата путем опрыскивания филлосферы ячменя в фазу начала трубкования растений привело к увеличению выхода зерна на 13%, внесение путем исключительного замачивания семян – на 24%, путем замачивания семян и опрыскивания филлосферы – на 50%. Отметим, что использование препарата «Гумат 7+» увеличило зерновую продуктивность ячменя на 15%. При

проведении схожего опыта на пшенице яровой описанном Алмосовым В.В. (2024) при применении гуминовых удобрений, урожайность так же повышалась до 15% [15]. Результаты оценки структуры урожая позволяют говорить, что масса зерновки при использовании препарата ЖГП «Онежский» возростала относительно контроля до 7%, что сопоставимо с действием препарата «Гумат 7+» (6%). Количество зерновок в колосе при опрыскивании растений ЖГП «Онежский» возростало на 6%, а количество стеблей на учетной площади – на 9–11% (таблица 4).

Таблица 4 – Зерновая продуктивность и структура урожая ячменя

Вариант	Количество стеблей, шт./м ²	Количество зерновок в колосе, шт.	Масса 1000 зерновок, г	Зерновая продуктивность, ц/га
Контроль	732,0±39,0	15,2±0,4	54,0±0,4	38,0±2,3
Препарат «Гумат +7»	763,5±25,5	16,2±0,3	57,0±0,4*	43,6±1,7
ЖГП «Онежский» (только опрыскивание)	628,5±74,5	16,2±0,6	55,7±1,5*	42,8±0,3*
ЖГП «Онежский» (только замачивание)	810,5±145,5	16,9±1,4	57,4±0,7*	47,1±1,0*
ЖГП «Онежский» (замачивание и опрыскивание)	797,0±49,0	17,2±0,3	57,9±0,6*	57,1±2,9*
НСР ₀₅	179,57	2,78	2,40	7,31

Примечание: * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $p < 0,05$.

Выводы

Раствор ЖГП «Онежский» оказывает ростостимулирующее действие на ячмень яровой сорта Сонет в условиях Вологодской области: сухая масса статистически достоверно превосходит контроль на 32–116%. Увеличенное накопление сухой массы в процессе вегетации повышает и зерновую продуктивность ячменя, различия с контролем статистически достоверны и достигают 24–50%. Наиболее эффективно внесение раствора ЖГП «Онежский» предпосевным путем (отдельно или совместно с опрыскиванием филлосферы), внесение его путем исключительно опрыскивания филлосферы неэффективно (различия с контролем не достоверны). Отметим, что действие раствора ЖГП «Онежский», в целом, сходно с действием широко используемого и известного препарата «Гумат +7» по действию на ростовые процессы ячменя и оказалось более эффективным. В 2025 и 2026 гг. исследования с ЖГП «Онежский» будут продолжены путем постановки аналогичных полевых опытов для подтверждения полученных результатов.

Литература:

1. Литвинова, А.Б. Эффективность применения регуляторов роста и микроэлементного комплекса Цитовит при выращивании моркови на дерново-подзолистой почве / А.Б. Литвинова, Б.В. Литвинов // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 46-53. DOI:10.1134/S000218811902008X
2. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений / И.А. Тихонович, А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская [и др.] // Плодородие. – 2011. – № 3 (60). – С. 9-13
3. Федеральная служба государственной статистике по Вологодской области <https://35.rosstat.gov.ru/> (дата обращения 11.02.2025).
4. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербург и Ленинградской области (ПЕТРОСТАТ) <https://78.rosstat.gov.ru/>(дата обращения 10.02.2025).
5. Федеральная служба государственной статистики: Разделы: Внесено сельскохозяйственными организациями минеральных удобрений в пересчете на 100 % питательных веществ и Внесено сельскохозяйственными организациями органических удобрений на 1 га посева <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 7.02.2025)
6. Кирдей, Т.А. Гуминовые препараты в агротехнологиях / Т.А. Кирдей // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 12-14.
7. Canellas, L. P. Humic and Fulvic Acids as Biostimulants in Horticulture / L. P. Canellas, F. L. Olivares, N. O. Aguiar [et al.]. – DOI 10.1016/j.scienta.2015.09.013 // Scientia Horticulturae. – 2015. – Vol. 196. – Pp. 15–27.
8. Сорта основных полевых культур, многолетних трав, допущенные к использованию в Северо-Западном регионе и районированные в Вологодской области: учебное пособие / О.В. Чухина, А.И. Демидова. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 111с.
9. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyu-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/sonet-yachmen-yarovoy/> (дата обращения: 05.03.2025)
10. Анализ сортового ассортимента ячменя ярового на кормовые цели / В.В. Вахрушева, О.В. Чухина, Е.Н. Прядильщикова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – №1 (57). – С. 26-39. DOI:10.52231/2225-4269_2025_1_26
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: КолосС, 2014. – 351 с.
12. Ляшко, М.У. Влияние гуминовых препаратов на содержание хлорофилла в листьях и урожайность картофеля в условиях Московской области / М.У. Ляшко, Ю.В. Цветкова, В.О. Гресис // Вестник РУДН.

Серия: Агрономия и животноводство. – 2018. – №2. – С.85-92. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-85-92

13. Влияние макроудобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях яровой пшеницы / Н.А. Воронкова, В.А. Волкова, Н.А. Цыганова [и др.] // Плодородие. – 2022. – №1. – С. 17-21. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.05.

14. Горовая, А.И. Роль физиологически активных гумусовых препаратов в регуляции процессов клеточного цикла // Регуляция клеточного цикла растений. – Киев, 1985. – С. 101 – 109.

15. Алмосов, В.В. Влияние некорневых подкормок гуминовыми удобрениями на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы / В. В. Алмосов, В. И. Лазарев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 4(400). – С. 478-482. – DOI 10.55186/25876740_2024_67_4_478. – EDN ODHLXD.

References:

1. Litvinova A.B., Litvinov B.V. Effectiveness of using growth regulators and Tsitovit microelement complex in carrot cultivation on sod-podzolic soil]. *Agrokimiya* [Agricultural chemistry], 2019, no 4, pp. 46-53. DOI:10.1134/S000218811902008X (In Russian) – Text electronic.

2. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G Use of biopreparations as an additional source of plant nutrition elements. *Plodorodie* [Soil Fertility], 2011, no. 3 (60), pp. 9-13. (In Russian) – Text direct.

3. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki po Vologodskoy oblasti*. [Federal State Statistics Service for the Vologda Oblast]. Available at: <https://35.rosstat.gov.ru/> (Accessed 11.02.2025). (In Russian) – Text electronic.

4. *Upravlenie Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po gorodu Sankt-Peterburg i Leningradskoy oblasti (PETROSTAT)* [Office of the Federal State Statistics Service for St. Petersburg and the Leningrad Region (PETROSTAT)]. Available at: [//78.rosstat.gov.ru/](://78.rosstat.gov.ru/) (Accessed 10.02.2025). (In Russian) – Text electronic.

5. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki: Razdely: Vneseno sel'skokhozyaystvennymi organizatsiyami mineral'nykh udobreniy v pereschete na 100 % pitatel'nykh veshchestv i Vneseno sel'skokhozyaystvennymi organizatsiyami organicheskikh udobreniy na 1 ga poseva* [Federal State Statistics Service: Sections: Mineral fertilizers applied by agricultural organizations in terms of 100% of nutrients and Organic fertilizers applied by agricultural organizations per 1 hectare of crops]. Available at: www.fedstat.ru (Accessed 7.02.2025). (In Russian) – Text electronic.

6. Kirdey T.A. Humic preparations in agrotechnologies. *Zemledelie* [Soil Management], 2013, no. 5, pp. 12-14. (In Russian) – Text direct.

7. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015, vol. 196, pp. 15–27. DOI 10.1016/j.scienta.2015.09.013. (In Russian) – Text electronic.

8. Chukhina O.V., Demidova A.I. *Sorta osnovnykh polevykh kul'tur, mnogoletnikh trav, dopushchennye k ispol'zovaniyu v Severo-Zapadnom regione i rayonirovannye v Vologodskoy oblasti* [Varieties of main field crops, perennial grasses, approved for using in the North-West region and zoned in the Vologda Oblast]. Vologda–Molochnoe, FGBOU VO Vologodskaya GMKhA Publ., 2018. 111p. (In Russian) – Text direct.

9. *Gosudarstvennyy reestr sortov i gibridov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu* [State Register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use]. Available at: <https://gos-sortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-seleksionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/sonet-yachmen-yarovo-y>.

(Accessed 7.02.2025). (In Russian) – Text electronic.

10. Vakhrusheva V.V., Chukhina O.V., Pryadil'shchikova E.N. Analysis of varietal assortment of spring barley for fodder purposes. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2025, no.1 (57), pp. 26-39. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_1_26. (In Russian) – Text electronic.

11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of Field Experiment (with the Basics of Research Results Statistical Processing)]. Moscow, Kolos Publ., 2014. 351 p. (In Russian) – Text direct

12. Lyashko M.U., Tsvetkova Yu.V., Gresis V.O. Effect of humic preparations on chlorophyll content in leaves and potato yield under conditions of the Moscow Oblast. *Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries], 2018, no. 2, pp.85-92. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-85-92. (In Russian) – Text electronic

13. Voronkova N.A., Volkova V.A., Tsyganova N.A. Effect of macrofertilizers and growth stimulants on chlorophyll content in spring wheat leaves. *Plodorodie* [Soil fertility], 2022, no. 1, pp. 17-21. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.05. (In Russian) – Text electronic

14. Gorovaya A.I. Role of physiologically active humus preparations in the regulation of cell cycle processes. *Sbornik tudov «Regulyatsiya kletchnogo tsikla rasteniy»* [Proc. of Edited Volume «Regulation of the plant cell cycle»]. Kiev, 1985, pp. 101 – 109. (In Russian) – Text direct

15. Almosov V.V., Lazarev V.I. Influence of foler feeding with humic fertilizers on the productivity and quality of spring wheat grain. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2024, 4(400), pp. 478-482. – DOI 10.55186/25876740_2024_67_4_478. (In Russian) – Text electronic

Evaluation of the Onezhskiy liquid humic preparation effect on the growth and productive indicators of barley (*Hordeum vulgare*)

Rassokhina Irina Igorevna, Research Associate

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

Sukhareva Lyubov' Vladimirovna, Research Associate

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

Platonov Andrey Viktorovich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Leading Researcher

Federal State Budgetary Science Institution Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russia

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penal Service

Keywords: humic preparations, assimilation surface, dry mass, grain yield, pigments.

Abstract: The yield of grain and leguminous crops in the Vologda Region lags significantly behind that in the Leningrad Region, while a comparative analysis of the fertilizers used for cultivating agricultural crops in these regions has revealed significant differences relevant only to the application of organic fertilizers (the difference is 2.3 times). The purpose of the work is to study the effect of the Onezhskiy liquid humic preparation, which has been developed and produced in the Vologda Region, on the growth and productivity of the Sonet barley variety. The results of the small-plot field experiment in 2024 has showed significant efficiency of its use: during the heading phase, the assimilation surface of barley increases by 2.7 times, the chlorophyll content by 34-45%, and the final grain productivity by 13-50%. It should be noted that the most effective method of applying this preparation has been a one-time soaking of barley seeds before sowing and phyllosphere spraying. The results allow us to confirm that the Onezhskiy liquid humic preparation has turned out to be more effective than the well-known and widely used preparation «Gumat +7».

Обзор данных по изменениям показателей гемостаза у коров с ортопедической патологией

Ошуркова Юлия Леонидовна, к.б.н., доцент

e-mail: oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru

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

Магомедова Виктория Сергеевна, аспирант

e-mail: vika.magomedova.2016@gmail.com

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

Ошуркова Марина Николаевна, студент-бакалавр

e-mail: oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru

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

Ключевые слова: ортопедическая патология, хромота, система гемостаза, свёртывание крови, крупный рогатый скот

Аннотация. Заболевания конечностей и хромота у коров являются одной из главных проблем современной молочной отрасли, приводящих к значительным экономическим потерям. Исследования показывают, что около трети заболеваний дойных коров связано именно с проблемами опорно-двигательного аппарата. Основные причины хромоты включают язвы подошвы, ламинит и инфекционные дерматиты, которые приводят к снижению двигательной активности и продуктивности животных.

Патологии конечностей негативно сказываются на здоровье коров, вызывая хронические воспалительные процессы, влияющие на систему гемостаза. Изменения в системе свёртывания крови и антикоагулянтной активности могут привести как к образованию тромбов и ухудшению кровообращения в конечностях, так и повышенной кровоточивости. Такие изменения могут оказывать влияние на общее состояние животных, снижать иммунитет и повышать риск возникновения вторичных инфекций.

Понимание изменений в показателях системы гемостаза необходимо для разработки эффективных методов лечения и профилактики хромоты и ортопедических заболеваний. Обзор существующих исследований позволяет выявить ключевые механизмы воздействия заболеваний конечностей на показатели гемостаза, такие как увеличение уровня фибриногена и нарушение баланса между процессом свёртывания и антисвёртывания крови при хронической патологии и развитием тромбоцитопении и кровоточивости при остром процессе.

Таким образом, изучение реакции системы гемостаза на ортопедические патологии является необходимым условием для улучшения качества диагностики и терапии, повышения продуктивности и уменьшения экономических затрат в молочной индустрии.

Актуальность

Заболевания конечностей и хромота у коров представляют собой одну из основных причин снижения производительности молока и экономических потерь в молочной промышленности. Эти патологии являются распространённой проблемой среди дойных коров и существенно влияют на эффективность сельскохозяйственного производства. По данным ряда исследователей, около 30% всех случаев заболеваемости среди дойных коров связаны именно с проблемами суставов и копыт, что подтверждается в исследованиях многих авторов [1], [2], [3], [4]. Такое широкое распространение проблем суставов и копыт обуславливает особое внимание к профилактике и лечению этих состояний.

В большинстве случаев хромоту молочного скота вызывают поражения копыт трёх видов: язвы подошвы, ламинит неинфекционного характера, а также инфекционный пальцевый дерматит. Указанные поражения считаются тремя основными причинами хромоты. Данные заболевания включают различные формы ламинита, артрита, абсцессов и язвенных поражений копытец и других патологий, которые вызывают боль и дискомфорт у животных, снижая их двигательную активность и, как следствие, продуктивность. Так, например, язвы подошвы возникают вследствие травмирования мягких тканей стопы, сопровождаются болью и нарушают нормальный ход движения животного. Ламинит, представляющий собой воспаление слизистой оболочки копыта, проявляется болезненностью и трудностями при ходьбе, влияющими на общую подвижность животного. Инфекционный пальцевый дерматит, возникающий из-за инфицирования кожи области межкопытцевых промежутков, приводит к боли и раздражениям, усугубляющим общий дискомфорт животного.

Любые заболевания конечностей могут оказывать существенное негативное влияние на качество продукции, снижают продолжительность

эксплуатации животных и увеличивают затраты при производстве молока на лечение и профилактику, что отражается на общей рентабельности молочного производства. Помимо прямого влияния на продуктивность, патологии конечностей являются причиной ухудшения общего состояния здоровья коров, что может провоцировать развитие вторичных инфекций и снижение иммунитета [1], [2], [3], [4]. Снижение сопротивляемости организма способствует росту вероятности заражения возбудителями инфекционных болезней, увеличению продолжительности периода выздоровления и дополнительным экономическим издержкам на поддержание жизнеспособности животных. Таким образом, обеспечение оптимальных условий содержания, правильное питание и профилактика заболеваний конечностей становятся важнейшими факторами успешной реализации стратегии устойчивого развития молочного сектора сельского хозяйства.

Одним из важных аспектов любого патологического процесса является воздействие хронических воспалительных процессов, сопровождающихся изменениями в работе системы гемостаза. Хроническое воспаление вызывает сбои в регуляции свёртывания крови и противосвёртывающих механизмов, что может приводить к развитию тромбообразования или нарушению кровотока в микрососудистом русле поражённых конечностей.

Механизм взаимодействия хронического воспаления и гемостаза чрезвычайно важен для понимания патогенеза многих заболеваний. Постоянное присутствие воспалительных агентов запускает цепочку биохимических реакций, воздействующих на компоненты крови, способные влиять на свёртываемость. При хроническом воспалительном процессе активизируются механизмы коагуляции, стимулируется выработка белков свёртывания, усиливается адгезия тромбоцитов и изменяется структура сосудистой стенки. Всё это создаёт условия для образования тромбов, нарушает нормальное кровообращение и ещё больше усиливает воспаление.

Система гемостаза обеспечивает баланс между процессами свёртывания и противосвёртывания крови, предотвращая чрезмерное кровотечение и/или образование тромбов. Нарушение этого баланса способно ухудшать течение патологий, способствуя прогрессированию воспаления и развитию осложнений. Таким образом, понимание изменений в показателях гемостаза у коров с заболеваниями конечностей играет ключевую роль в понимании патогенеза данных заболеваний и разработке новых методов их профилактики и лечения [5], [6], [7], [8], [9].

Поэтому, исследование механизмов, лежащих в основе изменений показателей гемостаза у коров с патологией конечностей, является важным направлением ветеринарной науки. Такие знания помогут соз-

давать более эффективные диагностические и терапевтические подходы, направленные на улучшение здоровья животных и повышение экономической эффективности молочного производства.

Цель настоящего обзора заключается в обобщении существующих научных данных о характере изменений ключевых показателей системы гемостаза у коров, страдающих различными формами патологий конечностей.

Методы и принципы исследования. При подготовке данного обзора использовались опубликованные научные труды отечественных и зарубежных авторов, доступные в специализированных базах данных, таких как PubMed, Web of Science, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Google Scholar и др. Критерии включения статей основывались на релевантности тематики, уровне доказательности полученных результатов и полноте описания методик исследования.

Основные направления анализа включали рассмотрение клинических проявлений патологии конечностей, связь этих проявлений с нарушениями функций гемостаза, а также оценку возможных последствий указанных изменений для здоровья и продуктивности коров.

Результаты и их обсуждение. Диагностика системных реакций гемостаза в ветеринарии в основном опирается на научные исследования в области гуманной медицины. Значительный прогресс был достигнут в изучении физиологии гемостаза и нормальных гемореологических процессов, а также разработке разнообразных методов контроля, включая специализированные диагностические тесты [10]. Тем не менее, даже в человеческой медицине далеко не все из этих методов получили широкое практическое применение и научное признание. В ветеринарной области такие тесты использовались лишь выборочно и преимущественно в ограниченном количестве исследований. В результате на сегодняшний день отсутствуют чётко установленные нормы для различных видов животных и возрастных групп, а также недостаточно научных данных о целесообразности диагностики и перспективах расширения использования этих методов в ветеринарной практике. Поэтому анализ и обобщение теоретических данных о реакциях системы гемостаза у животных при различных патологиях, в том числе и при заболеваниях конечностей у коров, имеет научную и практическую значимость [11].

Первые научные публикации о реакциях системы гемостаза при патологии конечностей у коров появились примерно в 1970-1980-х годах. Так, в 1982 году была опубликована работа, посвящённая болезням конечностей у крупного рогатого скота, где рассматривались изменения в физиологии и патологии, включая нарушения гемостаза при язвах и гнойно-некротических процессах в области пальцев коров. В последующие годы такие исследования продолжались и

углублялись, с появлением специализированных работ по коррекции гемостаза при заболеваниях пальцев крупного рогатого скота [12], [13]. Гнойно-некротические заболевания конечностей у коров возникают преимущественно из-за механических травм и последующего инфицирования микробами, при этом воспалительные процессы вызывают системные изменения, воздействующие на гемостаз. Нарушение работы системы гемостаза может усугублять патологию за счёт развития микроциркуляторных расстройств, тромбообразования и ухудшения кровоснабжения поражённых тканей. Так, рядом авторов [12], [13] было установлено, что «у больных коров с гнойно-некротическими процессами мягких тканей копытца происходят изменения в коагуляционном звене системы гемостаза, связанные с увеличением прокоагулянтной активности крови, угнетением антикоагулянтной и фибринолитической активности».

Ляшенко П. М. с соавторами в своих работах приводили следующие полученные им данные, связанные со сдвигами гемостаза [12]. Авторы в плазме крови определяли время свёртывания крови в силиконированных и несиликонированных условиях, время рекальцификации, показатели протромбинового времени, силиконовое время, количество фибриногена, активность фактора XIII, содержание свободного гепарина в крови и активность фибринолиза. Было установлено, что «...до проведения терапевтических мероприятий в системе гемостаза обнаружили, что показатели свёртываемости крови животных в силиконированных условиях увеличились на 45% и в несиликонированных на 24,5%. Показатели рекальцификации плазмы на 33,5%. Силиконовое на 13,8%, протромбиновое на 16,2%, активность фактора XIII – на 8,5%. Фибриноген на 45,9%. Фибринолитическая активность на 13,5%. Толерантность плазмы к гепарину на 19,5%. Изменения коагуляционной активности системы гемостаза в послеоперационный период и в фазу гидратации практически были без существенных изменений и не носили достоверный характер, за исключением резкого подъёма соотношения фибриногена в плазме крови, его показатели по отношению фоновым повысились до 59%. Достоверные изменения мы начали регистрировать с начала 12- суток от момента начала лечения, а их пик пришелся к началу 20- суток. Время свёртывания крови у животных контрольной группы в силиконированных условиях уменьшилось на 36,2%, в несиликонированных на 11,5%. Уменьшения рекальцификации плазмы также носили достоверный характер 16,2%. Протромбиновое и силиконовое время на 6,3% и 8,3%. Снижение фактора XIII произошло на 2,1%. Белковая структура плазмы, представленная фибриногеном, уменьшилась на 29,7%. Фибринолитическая активность на 5,8%, свободный гепарин на 0, 85%».

Проведенные исследования свидетельствуют о наличии

взаимосвязи между гнойно-некротическими процессами в мягких тканях копытец у крупного рогатого скота, в частности при таком диагнозе, как язва мякиша, и нарушениями в системе гемостаза. Выяснилось, что указанные процессы характеризуются усилением прокоагулянтной активности крови, подавлением антикоагулянтных и фибринолитических функций. Особенность гнойно-фибринозного типа воспаления у коров заключается в том, что сформировавшийся до начала терапевтических процедур тромбоз служит отправной точкой для полноценного воспалительного ответа. Вместе с тем, активные биологические процессы, инициируемые воспалением, затрагивающие разные звенья системы гемостаза, провоцируют интенсивное свёртывание крови вплоть до диссеминированного внутрисосудистого свёртывания (ДВС-синдрома), обусловленное расстройствами микроциркуляции. Однако после проведения хирургической обработки раны и назначения соответствующей медикаментозной поддержки ситуация меняется кардинально. Коррекция гемостаза в фазу активного заживления (гидратация раны) предотвращает образование тромбов и одновременно смягчает интенсивность самого воспалительного процесса. Таким образом, целенаправленная терапия направлена на устранение дисбаланса в системе гемостаза, улучшая исход лечения и облегчая симптомы воспаления.

Анализируя результаты работы, Ляшенко П. М. приходит к выводу, что требуется «... пересмотр тактики лечения гнойно-некротических процессов в области копытец, учитывая объективные и субъективные стороны этиопатогенеза воспаления и его неотъемлемой части системы гемостаза. Следовательно, для профилактики и лечения гнойно-некротических осложнений в области копытец у коров необходимо своевременно дополнять схемы лечения данной патологии методами терапевтической стратегии направленные на подавление тканевого фактора тромбообразования и восстановление физиологической антикоагулянтной системы, а также улучшение фибринолиза хотя бы в первые сутки от момента начала лечения».

Марьин Е.М. с соавторами [14] изучал систему гемостаза по показателям электрокоагулограммы у коров симментальской породы с гнойно-некротическими патологиями в области дистального отдела конечностей. Авторами были изучены показатели, представленные на рисунке 1.

Полученные авторами данные показывают, что у коров с заболеваниями копытец скорость свёртывания крови в первые три минуты была ниже на 13,5%, 37,0% и 2,3% соответственно по сравнению с клинически здоровыми животными. Электрокоагулограмма показала уменьшение максимальной амплитуды цельной крови на 9,9% у ортопедически больных коров, что может указывать на

повышение вязкости крови. Изменений в минимальной амплитуде у всех исследованных животных обнаружено не было.

ПОКАЗАТЕЛИ	ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ БОЛЬНЫЕ	КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫЕ
Начало свертывания, T ₁ , сек.	189,0±7,70	228,4±23,65
Конец свертывания, T ₂ , сек.	204,0±7,48	210,0±13,78
Продолжительность свертывания, T ₃ , сек.	393,0±7,30	419,4±23,08
Скорость свертывания на 1 минуту, VC ₁ , см/мин.	0,74±0,144	0,64±0,133
Скорость свертывания на 2 минуту, VC ₁ , см/мин.	1,06±0,129	0,68±0,050
Скорость свертывания на 3 минуту, VC ₁ , см/мин.	0,86±0,230	0,84±0,103
Максимальная амплитуда, Ам, см	2,74±0,0,93	3,04±0,103
Минимальная амплитуда, Ао, см	0,16±0,025	0,16±0,025
Степень коагуляции, СК, у.е.	94,7±0,85	94,16±0,89
Коагуляционная активность, КА, у.е./мин	28,0±1,09	24,1±3,44

Рисунок 1 – Электрокоагулографические показатели крови у коров симментальской породы с различными гнойными заболеваниями в области копытец [14, с. 6].

Коагуляционная активность и степень свёртывания цельной крови у больных коров оказались выше на 16,2% и 0,6% по сравнению со здоровыми особями. Эти данные свидетельствуют о наличии выраженной гиперкоагуляции в острую фазу воспалительного процесса в области копытец, что подтверждается ускорением формирования кровяного сгустка и фибрина, активацией времени формирования сгустка, а также увеличением времени от окончания видимого свёртывания до начала ретракции — процесса уменьшения или отделения кровяного сгустка от сыворотки.

Также в отечественной и зарубежной литературе есть работы по изучению содержания тромбоцитов в крови больных коров с различными видами ортопедической патологии [15]. Сравнивая результаты количественного содержания тромбоцитов в крови больных коров с различными видами ортопедической патологии, авторы пришли к выводу, «...что их наименьшее содержание регистрировалось при ранах в области венчика, которое было меньше чем при ламинитах на 3,95%, чем при флегмонах венчика на 29,17%, чем при пододерматитах на 35,73%, чем при деформациях копытцевого чехла на 37,03%. Асептические воспалительные процессы в листочковом слое вызывали незначительную тромбоцитопению относительно флегмоны венчика, пододерматита, деформаций копытцевого чехла, на 6,87%, 14,49%, 17,20%, соответственно. При флегмонах венчика тромбоцитов в цельной крови у коров содержалась 522,00±1,50 тыс/мкл, что было

меньше, чем при пододерматитах на 9,10% и деформациях копытцев на 11,09%, соответственно. Пододерматит способствовал снижению тромбоцитов на 2,02% больше чем нарушение морфометрических параметров копытцевого рога».

Иностранные авторы в большинстве своих работах изучали влияние уровня двигательной активности животных, вызванного разной степенью хромоты при ламините, на коагуляционные профили (свёртываемость крови). Так, Müller et al. [16] в своих работах получили следующие результаты. Выявляя связь степени хромоты и факторов свёртывания крови, было отмечено, что у коров с умеренной и тяжёлой формой хромоты наблюдалось снижение уровней протромбина (фактора II), фактора VII и активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ). При этом средние значения АЧТВ составляли около 45 секунд у здоровых коров и 30 секунд у коров с тяжелой формой хромоты. Уровень протромбинового индекса (ПТИ) повысился примерно со 100% у здоровых коров до 120% у коров с хронической хромотой. Авторы пришли к выводу, что указанные изменения свидетельствует об ускоренном процессе активации внутреннего пути свёртывания крови.

Bergman et al. [17] исследовали изменение основных показателей свёртывающей системы крови и процессов фибринолиза у коров с различными стадиями субклинического ламинита. Исследование проводилось путем анализа крови коров с клиническими проявлениями заболевания и контрольной группы здоровых животных. В своей работе авторы получили следующие данные. Среднее значение АЧТВ составляло $42 \pm 2,3$ секунды у здоровых коров, которое увеличивалось до $35 \pm 3,4$ секунды у животных с субклиническим ламинитом, свидетельствуя об активации внутренней части каскадного механизма свёртывания. Показатель протромбинового времени значительно уменьшился с $15 \pm 1,1$ секунд у здоровых животных до $12 \pm 1,1$ секунд у больных, отражая ускорение образования тромба. Средняя концентрация фибриногена была существенно увеличена у коров с субклиническим ламинитом ($5,2 \pm 0,3$ г/л) по сравнению с контролем ($3,8 \pm 0,2$ г/л), что указывает на воспаление и повышенный риск тромбообразования. Уровень антитромбина-III снижался у заболевших коров ($85 \pm 3,8\%$) относительно здорового поголовья ($95 \pm 2,9\%$), демонстрируя уменьшение антикоагулянтной защиты организма. Концентрация Д-димера возрастала почти вдвое у больных животных ($2,5 \pm 0,2$ мг/л) против контрольной группы ($1,3 \pm 0,1$ мг/л), указывая на усиление процессов фибринолиза и образование микротромбов.

Ряд зарубежных авторов [17], [18], [19], [20] также занимались изучением влияния субклинического ламинита на процессы свёртывания крови (гемокоагуляцию) и растворения тромбов (фибринолиз) у дойных коров. В своих работах авторы указывали, что «при субклиническом

ламините наблюдаются нарушения в балансе гемостаза, связанные с активацией воспалительных медиаторов и сосудистых реакций. В частности, выявлены повышенные уровни гистамина, интерлейкина-6, липополисахаридов и опухолевого некротического фактора-альфа, что приводит к нарушениям микроциркуляции и дисфункции сосудов копыт. Эти процессы вызывают локальные микрососудистые тромбозы и ишемию, ухудшая питание тканей копытного рога и способствуя развитию ламинита». Таким образом, при ламините у коров наблюдается комплексное взаимодействие сосудистых нарушений, воспаления и гемостазиологических изменений, что требует комплексного подхода к диагностике и лечению заболевания.

Помимо перечисленных изменений, практически у всех авторов указывается на комплексность воздействий хронической патологии конечностей на организм коровы. Так, известно, что боль в поражённой конечности приводит к изменению позы животного, нарушает двигательную активность, ведёт к нарушению кровообращения в тканях и возникновению застоя венозной крови [21], [22]. Все перечисленные факторы в целом создают условия для появления микроциркуляторных и гемокоагуляционных расстройств и развития негативных последствий для организма коров. Кроме того, некоторые авторы обращают внимание на необходимость учитывать генетический фактор, связанный с особенностями конкретных пород и линий крупного рогатого скота. При этом чувствительность животных к патологиям конечностей и характер реакции на воспалительные процессы могут различаться в зависимости от индивидуальной предрасположенности организма. [23].

Заключение

Учитывая изученные данные можно сказать, что существует необходимость мониторинга состояния системы гемостаза в хозяйствах с высокими показателями заболеваемости конечностей и коррекции терапевтических подходов для их лечения. Ранняя диагностика и коррекция нарушений в работе системы гемостаза позволят снизить риски серьёзных осложнений при ортопедической патологии у коров и повысить рентабельность производства животноводческой продукции.

Литература:

1. Болезни конечностей у крупного рогатого скота (спецхозов и промышленных ком плексов) / И. С. Панако.- Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982.- 128 с.
2. Суховольский, О. К. Заболевания конечностей у дойных коров / О. К. Суховольский, Б. С. Семенов // SIMPOZION scientific international, Chişinău, 15–16 октября 2009 года. – Chişinău: Universitatea agrara de stat din Moldova, 2009. – С. 201-202. – EDN WYZSAZ.
3. Иванов, И. И. Заболевания конечностей у дойных коров и их

влияние на продуктивность / И. И. Иванов, П. П. Петров // Ветеринария и животноводство, 2020. - № 65(4). - С. 23-30.

4. Сидорова, А. В. Хронический ламинит и его последствия у высокопродуктивных коров /А. В. Сидорова, М. Н. Кузнецов // Журнал сельскохозяйственной науки, 2019. - № 58(2). - С. 45-52.

5. Ошуркова, Ю. Л. Тромбоцитарно-коагуляционный гемостаз у коров айрширской породы в разные периоды лактации / Ю. Л. Ошуркова // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – Т. 18, № 7. – С. 31-41. – EDN WIEK-JL.

6. Ошуркова, Ю. Л. Сравнительная оценка гемостаза у коров в хозяйствах Вологодской области / Ю. Л. Ошуркова, Е. Н. Соболева, Л. Л. Фомина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2-1. – С. 193-196. – EDN NOYRHM.

7. Завалишина, С. Ю. Активность компонентов системы гемостаза у крупного рогатого скота в онтогенезе : специальность 03.03.01 «Физиология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Завалишина Светлана Юрьевна. – п. Дубровицы Московской обл., 2017. – 22 с. – EDN ZQFGYD.

8. Гнездилова, Л. А. Динамика показателей коагуляционного гемостаза коров в разные физиологические периоды в условиях экстенсивного и интенсивного ведения животноводства / Л. А. Гнездилова, Ю. С. Круглова // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 2. – С. 128-134. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.2.128. – EDN JNMWGK.

9. Патент № 2809362 С1 Российская Федерация, МПК А61D 99/00. Применение показателей коагуляционного гемостаза в комплексной диспансеризации высокопродуктивного крупного рогатого скота : № 2022128052 : заявл. 28.10.2022 : опубл. 11.12.2023 / Л. А. Гнездилова, Ю. С. Круглова, В. Н. Денисенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии МВА имени К.И. Скрябина». – EDN HVQXUT.

10. Коагулограмма животных, полученная при использовании ветеринарного коагулометра / Л. Л. Фомина, С. Д. Киселева, Е. А. Рычкова, А. А. Цыганок // Global Issues Conference 2024: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Agriculture, Pedagogical And Philological Sciences : Материалы II-й международной научно-практической конференции, Москва, 13–14 мая 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2024. – С. 585-589. – EDN ACPGHO.

11. Берковский, А. Л. Диагностика нарушений гемостаза у животных / А. Л. Берковский, Е. В. Сергеева, А. В. Суворов // Ветеринария. – 2018. – № 5. – С. 54-57. – EDN XMGDRZ.

12. Ляшенко, П. М. Лечение гнойно-некротических поражений пальцев у коров препаратом «гипофаевип» и корректорами системы гемостаза (Экспериментально-клиническое исследование) : специальность 16.00.05 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Ляшенко Павел Михайлович. – Оренбург, 2006. – 197 с. – EDN NNWEMF.

13. Стельмухов, М. В. Этиопатогенетическая терапия гнойно-некротических язв копыт у коров : специальность 16.00.05 : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата ветеринарных наук / Стельмухов Михаил Владимирович. – Санкт-Петербург, 2009. – 19 с. – EDN NKSIYL.

14. Состояние системы гемостаза, распространённость, этиология и некоторые иммуно-биохимические показатели крови у коров симментальской породы с болезнями копыт / Е. М. Марьин, В. А. Ермолаев, П. М. Ляшенко [и др.] // Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2013. – № 12. – С. 267-273. – EDN RSMWBV.

15. Елисеев, А. Н. Результаты оценки гематологического статуса коров с различными видами ортопедической патологии / А. Н. Елисеев, В. А. Толкачев, В. И. Анденко // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве : Материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28 февраля 2019 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2019. – С. 7-14. – EDN KOPRHD.

16. Müller M., Scholz H., Von Rosenberg L.U. Coagulation profile of dairy cows with different degrees of lameness // Deutsche Tierärztliche Wochenschrift. – 2001. – Vol. 108, No. 10. – P. 411-415.

17. Bergman E.N., Larsson B.H. Lameness in dairy cattle: a review of causes, consequences, prevention strategies and treatment options // Animal Production Science. – 2016. – Vol. 56, Iss. 7. – P. 1127-1138.

18. Huber J., Amory H., Heuwieser W. Effects of subclinical laminitis on blood coagulation and fibrinolysis in dairy cows // American Journal of Veterinary Research. – 2005. – Vol. 66, No. 10. – P. 1754-1760.

19. Krishnan V.V., Mohan C.G., Kumar S.K. Fibrinogen as an acute phase protein in bovine diseases // Indian Journal of Animal Sciences. – 2012. – Vol. 82, No. 9. – P. 953-958.

20. McDougall S., Holmes M.W., Rogers P.A. Thrombocytopenia associated with severe clinical lameness in dairy cattle // Australian Veterinary Journal. – 2003. – Vol. 81, No. 1-2. – P. 104-107.

21. Verkerk G.A., Barker F.C., Martin-Hirsch D.P.L. Relationship between plasma thrombin-antithrombin complex concentration and severity of claw horn disruption in dairy cows // *New Zealand Veterinary Journal*. – 2007. – Vol. 55, No. 3. – P. 129-134.

22. Орлова Т.М., Захарова Е.В. Механизмы патогенеза заболеваний конечностей у молочных коров: роль системы гемостаза. *Современная ветеринарная медицина*, 2022; 10(1): 7-15.

23. Negussie E., Solomon G., Dejene T. Genetic variation in susceptibility to hoof problems in Ethiopian highland zebu cattle // *Tropical Animal Health and Production*. – 2013. – Vol. 45, No. 6. – P. 1267-1273.

References:

1. Panako I.S. Bolezni konechnostey u krupnogo rogatogo skota (spetskhovov i promyshlennykh kompleksov) [Limb diseases of cattle (of special farms and industrial complexes)]. Kiev, Higher School, Chief Publ., 1982. 128 p. (In Russian) – Text direct

2. Sukhoval'skiy O.K. Limb diseases of dairy cows. SIMPOZION scientific international. Chişinău. Universitatea agrara de stat din Moldova, 2009, pp. 201-202. (In Russian) – Text electronic. EDN WYZSAZ .

3. Ivanov I.I. Limb diseases of dairy cows and their influence on productivity. *Veterinariya i zhivotnovodstvo* [Veterinary and animal breeding], 2020, no, 65(4), pp. 23-30. (In Russian) – Text direct

4. Sidorova A.V. Chronic laminitis and its consequences in high-producing cows. *Zhurnal Sel'skokhozyaystvennoy Nauki* [Journal of Agricultural Sciences], 2019, no. 58(2), pp. 45-52. (In Russian) – Text direct.

5. Oshurkova Yu.L. Thrombocytic-coagulation hemostasis of ayrshire breed cows in different lactation periods. Online scientific & educational bulletin Health and education in XXI century, 2016, vol. 18, no. 7, pp.31-41 (In Russian) – Text electronic. EDN WIEKJL.

6. Oshurkova Yu.L., Soboleva E.N., Fomina L.L. Comparative evaluation of hemostasis of cows in the farms of the Vologda region. *Vestnik Michurinskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], 2011, no. 2-1, pp. 193-196 (In Russian) – Text electronic. EDN NOYRHM.

7. Zavalishina S.Yu. *Aktivnost' komponentov sistemy gemostaza u krupnogo rogatogo skota v ontogeneze: spetsial'nost' 03.03.01 "Fiziologiya": avtoreferat* Doct. Diss. [Activity of hemostasis system components of cattle during ontogenesis: specialty 03.03.01 "Physiology": author's summary of Doct. Diss.]. Dubovitsy Moscow reg., 2017, 22 p. (In Russian) – Text electronic. EDN ZQFGYD.

8. Gnezdilova L.A., Kruglova Yu. S. Dynamics of indicators of coagulation hemostasis of cows during different physiological periods under the conditions of extensive and intensive livestock management. *Internatsionalnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh nauchnykh issledovaniy*, 2021, no. 1(1), pp. 1-10. (In Russian) – Text electronic. EDN WYKJL.

tional Journal of Veterinary Medicine, 2022, no. 2, pp. 128-134. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.2.128. – EDN JNMWGG.

9. Gnezdilova L.A., Kruglova Yu. S., Denisenko V.N. et al. *Primene-nie pokazateley koagulyatsionnogo gemostaza v kompleksnoy dispanser-izatsii vysokoproduktivnogo krupnogo rogatogo skota* [The use of coagulation hemostasis indicators in complex clinical checkup of highly productive cattle]. Patent RF, no. 2022128052, 2022. (In Russian) – Text electronic. EDN HVQXUT

10. Fomina L.L., Kiseleva S.D., Rychkova E.A., et al. A coagulogram of animals obtained using a veterinary coagulometer. *Materialy II-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. II Int. Conf. Global Issues Conference 2024: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Agriculture, Pedagogical and Philological Sciences]. Moscow, 2024, pp. 585-589. (In Russian) – Text electronic. EDN ACPGHO

11. Berkovskiy A.L., Sergeeva E.V., Suvorov A.V. Diagnosis of hemostasis disorders in animals. *Veterinary*, 2018, no. 5, pp. 54-57. (In Russian) – Text electronic. EDN XMGDRZ

12. Lyashchenko P.M. *Lechenie gnojno-nekroticheskikh porazheniy pal'tsev u korov preparatom «gipofaevip» i korrektorami sistemy gemostaza (Eksperimental'no-klinicheskoe issledovanie): spetsial'nost' 16.00.05* Cand. Diss. [Treatment of purulo-necrotic lesions of cow fingers with the medication «hypofaevip» and hemostasis system correctors (Experimental and clinical study): specialty 16.00.05 Cand. Diss.]. Orenburg, 2006, 197 p. (In Russian) – Text electronic. EDN NNWEMF.

13. Stel'mukhov M.V. *Etiopatogeneticheskaya terapiya gnojno-nekroticheskikh yazv kopytets u korov: spetsial'nost' 16.00.05*. avtoreferat Cand. Diss. [Ethiopathogenetic therapy of purulo-necrotic ulcers of cow hooves: specialty 16.00.05. avtoreferat Cand. Diss.]. Sankt Petersburg, 2009, 19 p. (In Russian) – Text electronic. EDN NKSIYL.

14. Mar'in E.M., Ermolaev V.A., Lyashchenko P.M. et al. The condition of the hemostasis system, prevalence, etiology and some immuno-biochemical blood parameters in Simmental breed cows with hoof diseases. *Nauchnyy Vestnik Tekhnologicheskogo Instituta - Filiala FGBOU VPO Ul'yanovskaya GSKhA im. P.A. Stolypina* [Scientific Bulletin of the Technological Institute - Branch of the Ulyanovsk SAA Named After P.A. Stolypin], 2013, no. 12, pp. 267-273. (In Russian) – Text electronic. EDN RSMWBJ.

15. Eliseev A.N. Results of the estimation of the hematological status of cows with different types of orthopedic pathology. *Innovatsionnaya deyatel'nost' nauki i obrazovaniya v agropromyshlennom proizvodstve: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. Int. conf. «Innovative activities of science and education in agro-industrial pro-

duction»], Kursk, Kursk State Agricultural Academy named after Professor I.I. Ivanov, 2019, vol. part 2, pp. 7-14. (In Russian) – Text electronic. EDN KOPRHD.

16. Müller M., Scholz H., Von Rosenberg L.U. Coagulation profile of dairy cows with different degrees of lameness. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 2001, vol. 108, no. 10, pp. 411-415. (In English) – Text direct.

17. Bergman E.N., Larsson B.H. Lameness in dairy cattle: a review of causes, consequences, prevention strategies and treatment options. *Animal Production Science*, 2016, vol. 56, no 7, pp. 1127-1138. (In English) – Text direct.

18. Huber J., Amory H., Heuwieser W. Effects of subclinical laminitis on blood coagulation and fibrinolysis in dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 2005, vol. 66, no. 10, pp. 1754-1760. (In English) – Text direct.

19. Krishnan V.V., Mohan C.G., Kumar S.K. Fibrinogen as an acute phase protein in bovine diseases. *Indian Journal of Animal Sciences*, 2012, vol. 82, no. 9, pp 953-958. (In English) – Text direct.

20. McDougall S., Holmes M.W., Rogers P.A. Thrombocytopenia associated with severe clinical lameness in dairy cattle. *Australian Veterinary Journal*, 2003, vol. 81, no. 1-2, pp. 104-107. (In English) – Text direct.

21. Verkerk G.A., Barker F.C., Martin-Hirsch D.P.L. Relationship between plasma thrombin-antithrombin complex concentration and severity of claw horn disruption in dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal*, 2007, vol. 55, no. 3, pp.129-134. (In English) – Text direct.

22. Orlova T.M., Zakharova E.V. Mechanisms of pathogenesis of limb diseases of dairy cows: the role of the hemostatic system. *Sovremennaya Veterinarnaya Meditsina* [Modern Veterinary Medicine], 2022, no. 10(1), pp. 7-15. (In Russian) – Text direct.

23. Negussie E., Solomon G., Dejene T. Genetic variation in susceptibility to hoof problems in Ethiopian highland zebu cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 2013, vol. 45, no. 6, pp. 1267-1273. (In English) – Text direct.

The review of the data on the changes of hemostatic profile of cows with an orthopedic pathology

Oshurkova Yuliya Leonidovna, Candidate of Sciences (Biology), docent
e-mail: oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru

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

Magomedova Viktoriya Sergeevna, postgraduate student
e-mail: vika.magomedova.2016@gmail.com

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

Oshurkova Marina Nikolaevna, bachelor student
e-mail: oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru

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

Keywords: orthopedic pathology, lameness, hemostatic system, blood coagulation, cattle

Abstract. Limb diseases and lameness of cows are one of the major problems in the nowadays dairy industry resulting in significant economic losses. The researches show that approximately one-third of dairy cow illnesses are related to problems with the musculoskeletal system. The main causes of lameness include sole ulcers, laminitis, and infectious dermatitis, which lead to decreased mobility and productivity of animals.

Limb pathologies negatively influence cow health, causing chronic inflammatory processes and impacting the hemostasis system. Changes in the blood coagulation system and anticoagulant activity can lead not only to blood clots, blood circulation worsening in the limbs but also to excessive bleeding. These changes can influence the overall health of animals, weaken immunity, and increase the risk of consecutive infections.

Understanding the changes in hemostatic parameters is necessary for developing effective treatment and prevention methods for lameness and orthopedic diseases. A review of the existing researches allow identifying the key mechanisms of limb disease influence on hemostatic parameters, such as increased fibrinogen levels and a disbalance between coagulation and anticoagulation processes in chronic pathology and the development of thrombocytopenia and bleeding in an acute process.

Thus, the study of the hemostatic system response to orthopedic pathologies is a necessary condition for improving the quality of diagnostics and therapy, increasing productivity and decreasing economic costs in the dairy industry.

Влияние жидкой фракции навоза на свойства чернозема и продуктивность гороха посевного

Кураченко Наталья Леонидовна, доктор биологических наук, профессор

e-mail: kurachenko@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

Казюлин Лев Фёдорович, аспирант

e-mail: levkrsk.99@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

Колесник Алёна Андреевна, кандидат биологических наук, доцент

e-mail: airlexxx@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

Власенко Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент

e-mail: ovlasenko07@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

Ключевые слова: навоз КРС, жидкая фракция навоза, чернозём, агрофизические свойства, агрохимические свойства, продуктивность гороха.

Аннотация. Представлены результаты лабораторного опыта с целью изучения действия доз жидкой фракции навоза КРС, полученной с помощью шнекового пресс-сепаратора СТ-1200, на свойства чернозема выщелоченного и продуктивность гороха посевного. Схема опыта включала контроль и варианты с дозой внесения жидкой фракции навоза (ЖФН) 50, 100 и 200 т/га. Показано, что поступление жидкой фракции навоза в почву достоверно увеличивало влажность почвы на

1-3 % по сравнению с контрольным вариантом и способствовало повышению плотности сложения на 0,02-0,12 г/см³ с сохранением рыхлого сложения. Достоверные изменения в содержании Сгумуса на 0,2 абс. % и на 0,02 % Нобщ отмечены при поступлении в почву 100 и 200 т/га жидкой фракции навоза. Под действием удобрения почвы жидкой фракцией навоза отмечено увеличение в черноземе концентрации нитратного азота в 1,5-2 раза (8 мг/кг). Внесение в почву жидкой фракции навоза в почву повышало обеспеченность подвижным фосфором в 1,1 раза, обменным калием – в 1,3-2,5 раза. Максимальная продуктивность зеленой массы гороха в лабораторном опыте отмечена при внесении 200 т/га жидкой фракции навоза КРС. На этом варианте опыта отмечено относительное по сравнению с контролем увеличение длины растений на 27%, количества междоузлий на 9%, запасов фитомассы на 40%.

Введение

Отходы животноводческой промышленности при их ненадлежащем хранении создают высокие экологические риски для окружающей среды [1]. Хранение навоза на ограниченной площади приводит к загрязнению не только почвы, но и грунтовых вод. Высокое содержания в навозе фосфора и азота в доступной форме и их перемещение по грунтовым водам приводит к эвтрофикации водоемов [2] и гибели водных организмов. Неправильное хранение навоза создает предпосылки для размножения и распространения различного рода патогенов и соответственно ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки [3]. Всё это определяет необходимость внедрения в технологический процесс животноводства приемов утилизации навоза. В связи с распространением в практике животноводства бесподстилочного содержания животных с использованием технологии гидросмыва, более половины всего навоза, производящегося на животноводческих фермах, приходится на бесподстилочный навоз, характеризующийся как крайне нетехнологичное органическое удобрение, вследствие высокой влажности неподходящее для внесения на пашню при помощи разбрасывателей. Наиболее распространённым способом утилизации бесподстилочного навоза, для дальнейшего его применения в качестве органического удобрения, является разделение его на твердую и жидкую фракции [4, 5]. Твердую фракцию можно непосредственно использовать, как органическое удобрение или же предварительно подвергать её компостированию с целью обеззараживания и перевода элементов питания растений в усвояемые формы [6]. Жидкая фракция навоза с одной стороны является эффективным органическим удобрением, позволяющим получить значительную прибавку урожая за счет улучшения физических и физико-химических свойств почвы [7, 8]. С другой

стороны жидкая фракция навоза является более опасной в сравнении с твердой фракцией в отношении содержащихся в ней возбудителей болезней, гельминтов и токсичных органических веществ. Это определяет необходимость установления оптимальных и научно-обоснованных доз применения органических удобрений [9; 10].

Цель исследований – оценить влияние доз жидкой фракции навоза КРС на свойства чернозема и продуктивность гороха.

Материалы и методы

Исследования по изучению влияния доз жидкой фракции навоза КРС на показатели плодородия чернозема и продуктивность гороха посева провели в лабораторном опыте на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета. Объекты исследования – чернозем выщелоченный; горох посевной сорта Аннушка; жидкая фракция навоза КРС, полученная на шнековом пресс-сепараторе СТ-1200.

Схема опыта включала варианты опыта: 1. Контроль (почва). 2. Жидкая фракция навоза (ЖФН) - 50 т/га. 3. ЖФН - 100 т/га. 4. ЖФН - 200 т/га. Почва для опыта просеивалась через сито с диаметром < 5 мм и помещалась в сосуды объемом 5 литров. Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый характеризовался высоким содержанием гумуса (7,2 %), очень высокой суммой обменных оснований (52,3 м-экв/100 г), нейтральной реакцией среды (рН_{н2о} – 6,9); низкой обеспеченностью аммонийным (5,9 мг/кг) и нитратным азотом (5,4 мг/кг), средней подвижным фосфором (192 мг/кг) и очень высоким обменным калием (254 мг/кг) [11].

Внесение жидкой фракции навоза в почву осуществлялась за два дня до посева гороха. Норма высева семян гороха составила 1,2 млн. всхожих зерен на гектар. Повторность закладки опыта трехкратная. Вегетирующие растения были размещены в светокультуре с ежедневным поливом по объему (50 мл). Учет надземной фитомассы и отбор почвенных образцов проведен в фазу цветения гороха. После снятия опыта учитывали: высоту растений, количество узлов на растении, запасы фитомассы. В почве каждой повторности определяли: влажность термовесовым методом, плотность сложения по Качинскому, структурный состав по Саввинову, реакцию почвенного раствора ионометрическим методом (ГОСТ 26423-85); нитратный азот (ГОСТ 26488-85); обменный аммоний (ГОСТ 26489-85); подвижный фосфор (ГОСТ 26204-91); обменный калий (ГОСТ 26204-91); содержание общего гумуса по Тюрину (Сгумуса) по И.В. Тюрину. Основные показатели по химическому составу растительного вещества получены при помощи следующих методов: азот (ГОСТ 32044.1-2012); фосфор (ГОСТ ISO 6491-2016); калий (ГОСТ 30504-97). Экспериментальные данные обработаны с использованием программы Microsoft Excel XP.

Результаты исследований

В условиях лабораторного опыта, где поступление воды в почву являлось контролируемым фактором, влажность почвы и доступность воды для растений определялась только почвенными условиями. Изменение уровней влажности почвы в опыте были обусловлены ростом и развитием растений гороха посевного и дозой внесенной жидкой фракции навоза перед посевом культуры. При одинаковом объеме ежедневного полива влажность чернозема в момент снятия опыта по вариантам изменялась от 20 до 23 % (таблица 1). Поступление жидкой фракции навоза в почву достоверно увеличивало влажность почвы на 1-3 % по сравнению с контрольным вариантом ($p = 0,001$). Пропорционально увеличению влажности чернозема в зависимости от дозы удобрения отмечалось и повышение плотности сложения, которая представляет собой прямое отражение текстурной пористости, стабильной структурной пористости, плотности твердой фазы, набухаемости и, в силу этого, может быть принята за показатель физического состояния почв.

Таблица 1 – Агрофизическое состояние чернозема после снятия опыта

Вариант	Влажность, %	Плотность сложения, г/см ³	Содержание агрономически ценных фракций, %
Контроль	19,6	0,78	85,9
50 т/га	21,3	0,80	84,9
100 т/га	21,1	0,84	88,0
200 т/га	23,3	0,90	79,9
p_{05}	0,001*	0,008*	0,325

По оценке плотности сложения с использованием градации С.В. Астапова, С.И. Долгова почва в условиях лабораторного опыта считалась рыхлой и не превышала величины 0,90 г/см³. На вариантах опыта с жидкой фракцией навоза в дозах от 50 до 200 т/га отмечено увеличение плотности почвы на 0,02-0,12 г/см³ с сохранением оптимальных параметров. Поступление в почву жидкой фракции навоза в почву, где основой являлась вода, способствовало увеличению плотности почвы, что подтверждалось прямой корреляционной зависимостью между изучаемыми показателями ($r = 0,62$). Ранее было доказано, что применение органических удобрений определяет усиление фактора «влажность» в механизме процесса уплотнение-разуплотнение [12]. Увеличение плотности сложения до 0,90 г/см³ на варианте опыта с внесением 200 т/га жидкой фракции навоза отразилось на содержании агрономически ценной фракции (АЦФ) структурных агрегатов размером 10-0,25 мм.

Чернозем в условиях лабораторного опыта характеризовался отличным структурным составом с содержанием структурных отдельностей ценного размера > 80 %, что обусловлено специальной подготовкой почвы перед закладкой опыта, когда почва просеивалась через сито < 5 мм. При отсутствии достоверных отличий между вариантами опыта установлена тенденция снижения доли агрономически ценных агрегатов при поступлении в почву 200 т/га жидкой фракции навоза. На этом варианте опыта содержание АЦФ оценивалось на уровне 80 %, что на 6 % ниже контрольного варианта.

Анализ фракционного состава чернозема показал, что в структурном составе доминировали агрономически ценные зернистые и комковатые отдельности 2-1 мм (рисунок 1). На их долю по вариантам опыта приходилось 17-20 %.

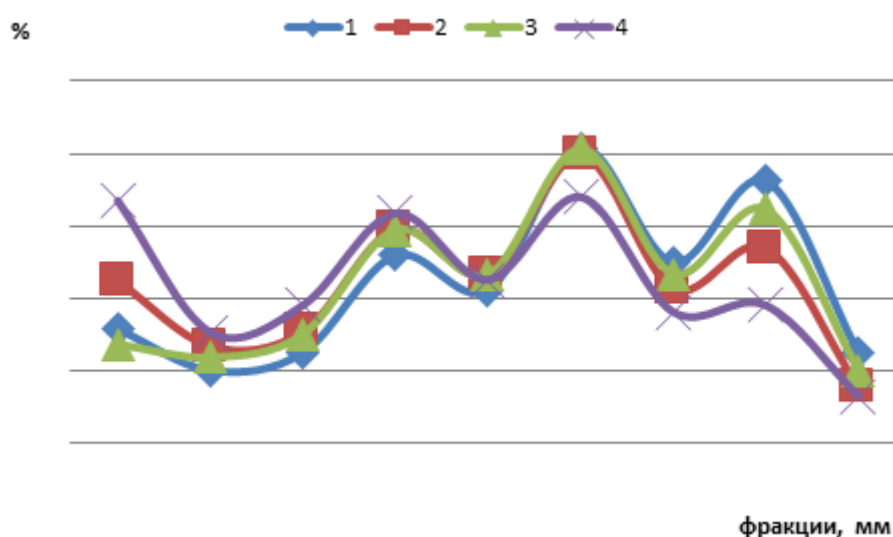


Рисунок 1 – Фракционный состав структуры чернозема выщелоченного (%) на вариантах опыта: 1. Контроль. 2. Жидкая фракция навоза (ЖФН) - 50 т/га. 3. ЖФН - 100 т/га. 4. ЖФН - 200 т/га

Количество глыбистой фракции > 10 мм изменялось по вариантам опыта от 7 до 17 %. Содержание пылеватой фракции незначительное и не превышало 6 % от массы почвы. Установлено, что наиболее трансформируемыми фракциями в опыте явились отдельности > 10; 2-1 и 0,5-0,25 мм. Схожий характер распределения фракций структурного состава чернозема установлен на всех вариантах опыта за исключением варианта с дозой внесения жидкой фракции навоза 200 т/га. Здесь выявлено снижение доли агрегатов < 2 мм и увеличение содержания глыбистых фракций > 10 мм до 16 % и отдельностей 10-5 мм на 2-4 %, что подтверждает агрегирующий эффект ЖФН в почве. Существенное снижение количества пылеватых фракций в дерново-подзолистых почвах при внесении 322 т/га жидкой фракции навоза показано в ис-

следованиях [13]. Улучшение коэффициента структурности почвы зависело в основном от снижения микроструктурных отдельностей, что, скорее всего, связано с влиянием органических коллоидов оказывающих склеивающее действие, на распыленные частицы, переводя их в более крупные агрегаты. Исследованиями [14] по изучению показателей плодородия лугово-черноземной почвы в условиях применения свиного навоза показано, что он оказывал неустойчивое влияние на структуру почвы. Авторами установлено, что в первый год после поступления навоза в почву отмечалось снижение количества агрономически ценных агрегатов и величины коэффициента структурности за счет увеличения глыбистых агрегатов.

Внесение жидкой фракции навоза в почву с высоким содержанием гумуса положительно сказалось на накоплении гумусовых веществ. В модельном эксперименте почва была освобождена от растительных остатков и просеяна через сито с диаметром ячеек 5 мм. В связи с этим можно сделать допущение, что лабильное органическое вещество, представленное растительными остатками в почве, подготовленной для опыта, отсутствует. Поэтому изменения в содержании общего углерода гумуса связаны с поступлением свежей жидкой фракции навоза, содержащей в своем составе в момент закладки опыта до 14 % углерода органического вещества. Достоверные изменения в содержании Сгумуса отмечены при поступлении в почву 100 и 200 т/га жидкой фракции навоза (таблица 2). По сравнению с контролем они оценивались величиной 86-95 мгС/100г почвы или 0,2 %, что обусловлено пополнениями в легкоминерализуемой части гумусовых веществ, которая в процессе трансформации будет подвергаться микробному разложению и пополнять запас элементов питания в почвенном растворе и частично пул стабильного гумуса.

Исследованиями установлено достоверное повышение общего азота на 0,02 % в черноземе выщелоченном под действием жидкой фракции навоза в дозе 100 и 200 т/га. При средней обеспеченности гумуса азотом на этих вариантах опыта отмечено более узкое отношение С:N, что свидетельствовало о обогащении гумуса азотом.

Таблица 2 – Содержание общего углерода и азота в черноземе выщелоченном

Вариант	С, %	N, %	С:N
Контроль	4,19	0,41	10,2
50 т/га	4,11	0,41	10,0
100 т/га	4,28	0,43	9,9
200 т/га	4,28	0,43	9,9
Р ₀₅	0,040*	0,019*	

Одним из наиболее важных показателей физико-химического состояния почв является реакция их среды – величина рН. Реакция среды имеет существенное значение для условий питания растений и применения удобрений, выступает определяющим показателем при оценке внутрипочвенной и внутриландшафтной миграции подвижных соединений. Особенно важно учитывать реакцию среды при внесении навоза в почву. Исследованиями, проведенными [15] на светло-серой лесной почве доказано положительное влияние на снижение кислотности почвы под действием жидкой фракции навоза в дозе 120 и 180 т/га.

Чернозем на контрольном варианте имел нейтральную рН водной вытяжки (6,9 ед. рН). Поступление в почву жидкой фракции навоза, имеющей слабощелочную рН, не оказало достоверного подщелачивающего эффекта на реакцию почвенного раствора ($p = 0,194$) (таблица 3). На всех вариантах опыта установлена нейтральная реакция почвенного раствора, что подтверждает буферную способность черноземов. Результаты полевых исследований [16] на черноземах Кировской области показали, что удобрение пашни жидкой фракцией навоза КРС привело к существенному снижению обменной кислотности. Аммонийные, а затем и нитратные формы азота расходуются растениями из почвы в первую очередь, особенно в начальные стадии роста. Динамика минерального азота в почве течении вегетации очень нестабильна и зависит от множества факторов. В контролируемых условиях модельного эксперимента существенное влияние на содержание форм минерального азота оказывают только вегетирующие растения за счет выноса питательных элементов с биомассой и/или усиления микробиологической активности в корнеобитаемом слое.

Таблица 3 – Агрохимическое состояние чернозема после снятия опыта

Вариант	рН _{H₂O}	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅ K ₂ O	
				мг/кг	
Контроль	6,94	4,4	3,2	196,0	206,4
50 т/га	6,96	4,4	4,5	190,5	270,1
100 т/га	6,90	4,5	6,7	206,5	356,4
200 т/га	6,90	4,5	7,5	217,7	505,5
p ₀₅	0,194	0,995	0,022*	0,002*	0,000*

Высокая концентрация аммонийного азота в жидкой фракции навоза, поступившей в почву в различных дозах, не сказалась на накоплении этой формы азота. На всех вариантах отмечена низкая обеспеченность аммонийным азотом (4-5 мг/кг), что обусловлено выносом его горохом посевным. Интенсивное потребление аммонийного азота

культурой в условиях лабораторного опыта обусловлено уровнем реакции среды. Несмотря на преимущественное потребление растениями нитратной формы азота при температурах $> 10^{\circ}\text{C}$, оптимум поглощения N-NH_4 происходит при рН близкой к 7,0, а N-NO_3 – при слабокислой реакции среды [17].

В почве контрольного варианта установлена очень низкая обеспеченность нитратным азотом (3 мг/кг). Под действием удобрения почвы жидкой фракцией навоза отмечено увеличение в черноземе концентрации нитратного азота в 1,5-2 раза. При внесении 200 т/га жидкой фракции навоза обеспеченность почвы нитратной формой азота после снятия опыта оценивалась на среднем уровне (8 мг/кг). Нитрификация – это аэробный процесс, для которого необходим постоянный источник аммонийного азота и кислорода, оптимальные значения температуры – $20-25^{\circ}\text{C}$, влажности 60 % от полной влагоемкости, рН = 6,2-8,2. В полевых условиях содержание нитратного азота – это один из самых изменчивых в пространстве и во времени показатель, но в условиях лабораторного эксперимента, все внешние факторы были одинаковыми, следовательно, изменения содержания нитратного азота определялись вариантом опыта.

Содержание подвижного фосфора в черноземе контрольного варианта и на варианте с внесением 50 т/га жидкой фракции навоза КРС оценивалось на близком уровне (191-196 мг/кг) и соответствовало средней обеспеченности этим элементом питания. Увеличение дозы внесения ЖФН до 100 и 200 т/га определило достоверное изменение класса обеспеченности P_2O_5 до повышенного (207-218 мг/кг). Черноземы выщелоченные отличаются очень высокой обеспеченностью обменным калием. В почве контрольного варианта его содержание составляло 206 мг/кг. Внесение в почву жидкой фракции навоза в почву повышало обеспеченность обменным калием в 1,3-2,5 раза. Максимальное содержание доступного для растений калия содержалось в почве варианта опыта с внесением 200 т/га жидкой фракции навоза (506 мг/кг).

Интегральным показателем, отражающим реакцию сельскохозяйственных культур на условия возделывания, является их продуктивность [18]. Она определяется большим числом факторов, которые влияют на рост и развитие растений, в т.ч. и применяемых удобрений. Удобрения могут усиливать рост растений, но и могут оказать обратное действие, снизив урожай и его качество. Они могут затруднять прорастание семян и начальный рост растений по причине простых солей, находящихся в почвенной воде. Так ионы аммония, калия и фосфатов могут поглощаться твердой фазой, нитраты, хлориды и сульфаты остаются в почвенном растворе, повышая его осмотическое давление и препятствуя поглощению воды и питанию растений. В условиях лабораторного опыта внесение жидкой фракции навоза КРС в дозах 100

и 200 т/га оказало достоверное положительное влияние на биометрические показатели растений гороха посевного (таблица 4). В фазу его цветения на этих вариантах опыта по сравнению с контролем отмечено достоверное увеличение длины растений на 2-5 см и увеличение на 1 шт./растение количества междоузлий, что сказалось на запасах зеленой фитомассы растений гороха. Максимальная продуктивность зеленой массы гороха в лабораторном опыте отмечена при внесении 200 т/га жидкой фракции навоза КРС. На этом варианте опыта отмечено относительно по сравнению с контролем увеличение длины растений на 27 %, количества междоузлий на 9 %, запасов фитомассы на 40 %. Полученные результаты согласуются с исследованиями [7] показывающими, что наиболее эффективным с точки зрения увеличения урожайности яровой пшеницы на лугово-черноземных почвах Омской области было применение 200 т/га. Прибавка урожая составила 1,4 т, или 53,0 %. Увеличение дозы до 250 т/га было менее эффективно, а при внесении 300 т/га отмечалось существенное снижение урожайности культуры по сравнению с дозой 200 т/га.

Таблица 4 – Продуктивность гороха посевного в лабораторном опыте

Вариант	Длина растений, см	Количество междоузлий, шт./растение	Фитомасса, г/сосуд
Контроль	16,8	8,2	10,9
50 т/га	18,8	8,1	11,1
100 т/га	20,7	8,6	11,5
200 т/га	21,3	8,9	15,3
p_{05}	0,042*	0,001*	0,023*

Матрица парных коэффициентов корреляции показателей чернозема и продуктивности гороха посевного показывала, что запасы зеленой фитомассы в условиях технологии в условиях применения жидкой фракции навоза КРС на 52 % сопряжены с содержанием в почве нитратного азота ($r = 0,72$), на 29 % с содержанием обменного калия ($r = 0,59$). Связь подвижного фосфора с урожайностью зеленой массы гороха оценивалась как средняя ($r = 0,48$). При этом установлено, что между доступными для растений элементами питания имелась существенная связь ($r = 0,61... 0,74$).

Таким образом, использование жидкой фракции навоза в дозе 200 т/га является эффективным приёмом повышения урожайности культуры и сохранения плодородия черноземов Красноярской лесостепи.

Выводы

Внесение 200 т/га жидкой фракции навоза в чернозем определило максимальную продуктивность зеленой массы гороха (15 г/сосуд), способствовало достоверному увеличению влажности почвы на 3 %, содержания углерода органического вещества на 0,2 %, общего азота на 0,02 %, нитратного азота на 4 мг/кг, подвижного фосфора на 22 мг/кг, обменного калия на 300 мг/кг.

Запасы зеленой фитомассы гороха при применении жидкой фракции навоза КРС на 52 % сопряжены с обеспеченностью почвы нитратным азотом, на 29 % обменным калием и на 23 % с подвижным фосфором.

Литература:

1. Самсонов, А.Н. Способ обработки бесподстилочного навоза / А.Н. Самсонов, Н.Н. Тончева, В.П. Егоров // Современное состояние и перспективы развития науки, техники и образования: Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 06 апреля 2018 года / Под общ. ред. Тончевой Н. Н.. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет, 2018. – С. 75-80.

2. Федюк, Е.И. Управление отходами животноводства. Пути минимизации загрязнения окружающей среды / Е.И. Федюк, С.О. Гапон // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 11–12 декабря 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 397-400.

3. Пилип, Л.В. Биологическое загрязнение окружающей среды отходами животноводства / Л.В. Пилип // Вестник Вятской ГСХА. – 2021. – № 1(7). – С. 1.

4. Демин, Е.Е. Бесподстилочный навоз - ценное органическое удобрение / Е.Е. Демин, А.А. Разуваев // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной научно-практической конференции, Саратов, 29–30 мая 2018 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 426-428.

5. Бышов, Н.В. Концептуальная модель энергетической эффективности получения экологически безопасного утилизационного свиного бесподстилочного навоза / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 3. – С. 394-412.

6. Теучеж, А.А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А.А. Теучеж, Д.Г. Смирнова // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 60-66.

7. Гоман, Н.В. Эффективность применения жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, Н.К. Трубина, И.О. Шалак // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5(140). – С. 51-59.

8. Титова, В.И. Влияние жидкого свиного навоза на урожайность пшеницы, содержание и баланс элементов питания в светло-серой лесной почве лёгкого гранулометрического состава / В.И. Титова, Л.Д. Варламова, Р.Н. Рыбин, Т.В. Андропова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20, № 5. – С. 456-466.

9. Чухина, О.В. Анализ применения минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области / О.В. Чухина, О.А. Власова, А.Л. Бирюков [и др.] // Молочно-хозяйственный вестник. – 2023. – № 3(51). – С. 160-174.

10. Ульянова, О. А. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / О. А. Ульянова, Н. Л. Кураченко, В. В. Чупрова // Агрехимия. – 2010. – № 1. – С. 10-19.

11. Кураченко, Н.Л. Влияние компостов на основе твердой фракции навоза КРС на свойства чернозема и продуктивность гороха посевного / Н.Л. Кураченко, О.А. Власенко, А.А. Колесник, Л.Ф. Казюлин // Сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 1 (18). – С. 48-59.

12. Кураченко, Н. Л. Влияние систем удобрения на изменение агрофизических свойств темно-серой лесной почвы / Н. Л. Кураченко, О. А. Ульянова, В. В. Чупрова // Агрехимия. – 2011. – № 4. – С. 22-29.

13. Барановский, И.Н. Изменение физических свойств мелиорируемых дерново-подзолистых почв под действием свиного навоза /И.Н. Барановский, М.В. Бабенко// Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: материалы Междунар. научно-практ. конф. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – С. 160-167.

14. Азаренко, Ю.А. Изменение показателей плодородия лугово-черноземной почвы Омского Прииртышья в условиях применения свиного навоза /Ю.А. Азаренко, Ж.Л. Алексеева //Успехи современного естествознания. – 2018. – № 12. – С. 266-271.

15. Титова, В.И. Эффективность использования свиного навоза в звене кормового севооборота / В.И. Титова, Е.Г. Белоусова //Агрехимический вестник. – 2022. – № 3. – С. 34-38.

16. Сырчина, Н.В. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства /Н.В. Сырчина, Л.В. Пимин, Т.Я. Ашихмина //Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 219-225.

17. Окорков, В.В. Влияние запасов минеральных форм азота в серых лесных почвах Ополя на продуктивность севооборотов /В.В. Окорков, О.А. Фенова, Л.А. Окоркова //Агрехимия. – 2016. – № 1. – С. 17-26.

18. Кураченко, Н. Л. Эффективность применения биологического стимулятора «Гипергрин» при возделывании яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / Н. Л. Кураченко, А. В. Шаропатова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12(153). – С. 49-56.

References:

1. Samsonov A. N., Toncheva N. N., Egorov V. P. Method of liquid manure processing. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya nauki, tekhniki i obrazovaniya: Sbornik nauchnykh trudov po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 06 aprelya 2018 goda / Pod obshch. red. Tonchevoy N. N.* [Current State and Prospects for the Development of Science, Technology and Education: Proceedings Based on the Materials of the All-Russian Research-to-Practice Conference, Cheboksary, April 6, 2018 / Under the General Editorship of N. N. Toncheva]. Cheboksary, Chuvash State Pedagogical University Publ., 2018, pp. 75-80. (In Russian) – Text direct

2. Fedyuk E. I., Gapon S. O. Livestock waste management. Ways to minimize environmental pollution. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: Sbornik statey XXIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Penza, 11–12 dekabrya 2024 goda.* [Ecology and Life Safety: Proceedings of the XXIV International Research-to-Practice Conference, Penza, December 11-12, 2024]. Penza, Penza State Agrarian University Publ., 2024, pp. 397-400. (In Russian) – Text direct

3. Pilip L.V. Biological pollution of the environment by livestock waste. *Vestnik Vyatskoy GSKhA* [Bulletin of Vyatka State Agricultural Academy], 2021, no. 1(7), p. 1. (In Russian) – Text direct

4. Demin E. E., Razuvaev A. A. Liquid manure is a valuable organic fertilizer. *Innovatsii v prirodoobustroytve i zashchite v chrezvychaynykh situatsiyakh: Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Saratov, 29–30 maya 2018 goda.* [Innovations in Environmental Engineering and Protection in Case of Emergency: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference, Saratov, May 29-30, 2018]. Saratov, Publishing House of Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, 2018, pp. 426-428. (In Russian) – Text direct

5. Byshov N. V., Uspenskiy I. A., Yukhin I. A., et al. Conceptual model of energy efficiency of obtaining environmentally friendly utilizable pig liquid manure. *Inzhenernye tekhnologii i sistemy* [Engineering Technologies and Systems], 2020, v. 30, no. 3, pp. 394-412. (In Russian) – Text direct

6. Teuchezh A. A., Smirnova D. G. Microbiological, biochemical and technological foundations of the livestock waste use. *Ekologicheskiy Vestnik Severnogo Kavkaza* [The North Caucasus Ecological Herald], 2017, v. 13, no. 2, pp. 60-66. (In Russian) – Text direct

7. Goman N. V., Bobrenko I. A., Trubina N. K., Shalak I. O. Efficiency

of using the liquid fraction of pig manure for spring wheat on meadow-chernozem soil. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2018, no. 5 (140), pp. 51-59. (In Russian) – Text direct

8. Titova V. I., Varlamova L. D., Rybin R. N., Andronova T. V. The influence of liquid pig manure on wheat yield, content and balance of nutrients in light-gray forest soil of light particle size distribution. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science Euro-North-East], 2019, v. 20, no. 5, pp. 456-466. (In Russian) – Text direct

9. Chukhina O. V., Vlasova O. A., Biryukov A. L., et al. Analysis of the use of mineral and organic fertilizers in agricultural enterprises of the Vologda Region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 3 (51), pp. 160-174. (In Russian) – Text direct

10. Ul`yanova O. A., Kurachenko N. L., Chuprova V. V. Influence of the fertilization system on the fertility of leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Agrokimiya* [Agricultural Chemistry], 2010, no. 1, pp. 10-19. (In Russian) – Text direct

11. Kurachenko N. L., Vlasenko O. A., Kolesnik A. A., Kazyulin L. F. Influence of composts based on the solid fraction of cattle manure on the properties of chernozem and the productivity of field pea. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], 2025, no. 1(18), pp. 48-59. (In Russian) – Text direct

12. Kurachenko N. L., Ul`yanova O. A., Chuprova V. V. Influence of fertilizer systems on changes in agrophysical properties of dark-gray forest soil. *Agrokimiya* [Agricultural Chemistry], 2011, no. 4, pp. 22-29. (In Russian) – Text direct

13. Baranovskiy I. N., Babenko M. V. Changes in physical properties of reclaimed sod-podzolic soils under the influence of pig manure. *Innovatsionnye agro- i biotekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii na meliorirovannykh zemlyakh: materialy Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* [Innovative Agro- and Biotechnologies in Adaptive Landscape Specific Agriculture on Reclaimed Lands: Proceeding of the International Research-to-Practice Conference]. Tver, Tver State University Publ., 2016, pp. 160-167. (In Russian) – Text direct

14. Azarenko Yu. A., Alekseeva Zh. L. Change in fertility indicators of meadow-chernozem soil under the conditions of the Omsk Irtysh Region under the influence of pig manure. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Modern Natural Sciences], 2018, no. 12, pp. 266-271. (In Russian) – Text direct

15. Titova V. I., Belousova E. G. Efficiency of using pig manure in the forage crop rotation link. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Herald], 2022, no. 3, pp. 34-38. (In Russian) – Text direct

16. Syrchina N. V., Pimin L.V., Ashikhmina T. Ya. Chemical degradation of lands under the influence of livestock waste. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and Applied Ecology], 2022, no. 3, pp. 219-225. (In Russian) – Text direct

17. Okorkov V. V., Fenova O. A., Okorkova L. A. Influence of nitrogen mineral forms reserves in gray forest soils of Opol`ye on the productivity of crop rotations. *Agrokhimiya* [Agricultural Chemistry], 2016, no. 1, pp. 17-26. (In Russian) – Text direct

18. Kurachenko N. L., Sharopatova A. V. Efficiency of using the Gipergreen biological stimulator in the cultivation of spring wheat under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2019, no. 12(153), pp. 49-56. (In Russian) – Text direct

Influence of liquid fraction of manure on chernozem properties and yielding capacity of field pea

Kurachenko Natal`ya Leonidovna, Doctor of Sciences (Biology), Professor

e-mail: kurachenko@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University

Kazyulin Lev Fedorovich, a postgraduate student

e-mail: levkrsk.99@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University

Kolesnik Alena Andreevna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor

e-mail: airlexxx@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University

Vlasenko Ol`ga Anatol`evna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor

e-mail: ovlaskenko07@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University

Keywords: livestock manure, liquid fraction of manure, chernozem, agrophysical properties, agrochemical properties, pea yielding capacity.

Abstract. The article presents the results of a laboratory experiment aimed at studying the effect of different doses of liquid fraction of livestock manure, obtained using an ST-1200 screw press separator, on the properties of leached chernozem and the yielding capacity of field pea. The experiment has included a control variant and variants with liquid fraction of manure (ZhFN) application rates of 50, 100, and 200 t/ha. It is found that the addition of liquid manure to the soil has significantly increased soil moisture by 1-3 % compared to the control variant and contributed to an increase in bulk density by 0,02-0,12 g/cm³ while maintaining a fluffy consistency. Reliable changes in the C-humus content by 0,2% abs. and by 0,02% N total are noted after adding 100 and 200 t/ha of liquid manure to the soil. Fertilizing the soil with the liquid fraction of manure has resulted in an increase of the nitrate nitrogen concentration in chernozem by 1.5-2 times (8 mg/kg). The addition of liquid manure to the soil has increased the availability of mobile phosphorus by 1.1 times and exchangeable potassium by 1,3-2,5 times. Maximum green mass productive capacity of peas in a laboratory experiment has been observed with the addition of 200 t/ha of liquid livestock manure. This experimental variant, compared to the control one, has showed a relative increase in plant length by 27,%, the number of internodes by 9,%, and phytomass reserves by 40,%.

Сложная кормовая смесь в кормлении высокопродуктивных молочных коров

Гусаров Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом кормов и кормления сельскохозяйственных животных.

e-mail: i-gusarov@yandex.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ФГБУН ВолНЦ РАН)

Обряева Оксана Дмитриевна, научный сотрудник отдела кормов и кормления сельскохозяйственных животных

e-mail: obryaeva@bk.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ФГБУН ВолНЦ РАН)

Ключевые слова: кормовая смесь, кормление, питание, полноценность, рацион, высокопродуктивные молочные коровы, силос, объёмистые корма

Аннотация. В молочном скотоводстве, занимающем лидирующие позиции в сельском хозяйстве Вологодчины, остро стоит вопрос материально-технического обеспечения. Главная сложность заключается в недостаточном внимании к разработке и формированию стабильной кормовой базы, а также в отсутствии комплексного подхода к организации современных технологий кормления. Ошибки, допускаемые при производстве качественных кормов, и их нерациональное использование, игнорирующее утверждённые научные нормы кормления, ведут к уменьшению объёмов производства молока, увеличению затрат кормов на каждую единицу продукции, что, в конечном счёте, негативно отражается на экономической эффективности всего молочного комплекса. Для кормления сельскохозяйственных животных используют главным образом корма растительного происхождения

собственного производства, осуществляя раздачу в кормушки. Таким образом, актуальным остаётся вопрос разработки кормовых смесей для высокопродуктивных коров, удовлетворяющих их физиолого-биохимические потребности.

Введение

В России молочное скотоводство является одной из важнейших отраслей агропромышленного комплекса. Оно играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. В экономике на долю сельскохозяйственного производства приходится 4% объема ВВП и 11,7% численности занятых [1]. Повышение экономической эффективности сельскохозяйственных предприятий напрямую связаны с полноценным кормлением молочного скота, позволяющим повысить продуктивность стада и снизить затраты на производство продукции [2,3,4,5]. Контроль полноценности питания животных отслеживается с помощью анализа биохимических параметров крови животного и конечно с учётом качества используемых кормов [6,7]. Вопросам совершенствования питательности заготавливаемых и используемых кормов в Вологодской области отводится повышенное внимание. Таким образом, в ведущих сельскохозяйственных предприятиях используются только корма 1 и 2 классов, отвечающие физиолого-биохимическим требованиям высокопродуктивных животных [8].

Первостепенное значение придается обеспечению животных достаточным количеством белка и энергии. Доля сложных углеводов в кормах существенно определяет объем потребляемого сухого вещества у жвачных. Уменьшение содержания нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) до оптимальных значений приводит к увеличению потребления сухого вещества рациона жвачными. Качество НДК определяется долей кислотнo-детергентной клетчатки (КДК) в ее составе. Более высокое содержание КДК свидетельствует о более низкой переваримости и общем качестве НДК, что, в свою очередь, ведет к снижению потребления сухого вещества корма. Оптимальный уровень структурных углеводов в корме является важным фактором для поддержания нормальной деятельности пищеварительной системы, а также для улучшения усвоения и использования органических веществ корма жвачными животными.

При составлении рационов и их рационального использования учитываются теория и практика кормления молочных коров [9]. В настоящее время активно исследуется влияние отдельных питательных веществ их соотношений на физиологические процессы и продуктивность сельскохозяйственных животных. Особое внимание уделяется их роли в метаболизме питательных веществ. Современные системы кормления жвачных коров предполагают достаточное обеспечение всеми

необходимыми элементами питания. Ключевым аспектом является оптимальное соотношение расщепляемого и нерасщепляемого в рубце протеина для максимизации синтеза микробного белка. Расщепляемый протеин полностью гидролизуеться в рубце до аммиака, и его избыток может вызывать повышение концентрации мочевины в молоке. Нерасщепляемый протеин, минуя рубец, расщепляется в кишечнике до аминокислот. Усвоенный протеин (пХР, УП) или используемый сырой протеин (исП) представляет собой количество сырого протеина, поступившего в кишечник и используемого для синтеза собственного белка организма. Он образуется из микробного белка и непереваренного протеина, поступившего с кормом. [10,11].

Для оптимального применения протеина в рубце важно принимать во внимание не только пропорции расщепляемого и нерасщепляемого протеина, но и объем энергии, требуемый для поддержания жизнедеятельности рубцовой микробиоты. Баланс азота в рубце является индикатором, отражающим дефицит или переизбыток азота, необходимого для переработки различных кормов. Предпочтительно, чтобы его значение находилось в диапазоне от 30 до 50 г азота в сутки на одну корову [12].

Таким образом, целью исследований является разработка кормовой смеси на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью 10000 кг молока на Севере Европейской части России.

При выполнении работы решались следующие задачи:

1. Изучение химического состава и питательности кормов, заготовленных в Вологодской области;
2. Изучение структуры кормовых смесей для коров в зависимости от способа содержания;
3. Изучение питательности кормовых смесей для коров в зависимости от способа содержания;
4. Изучение приготовления смеси, режима и техники кормления коров по фазам лактации.

Таким образом, новизна работы состоит в разработке кормовой смеси на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью 10000 кг молока на Севере Европейской части России, способствующей ускорению темпов селекционно-генетического прогресса молочного скота.

Использование сложных кормовых смесей в системе нормированного кормления высокопродуктивных коров позволяет добиться молочной продуктивности от коровы не менее 10000 кг молока, усиливая финансовую устойчивость сельскохозяйственных предприятий.

Материал и методика исследований. Теоретической и методологической основой работы служат труды отечественных и

зарубежных ученых в области теории и практики кормления животных.

Объектом исследований являлись коровы голштинской породы, со среднегодовым надоем на фуражную корову свыше 10000 кг молока привязного и беспривязного содержания.

Оценка качественного состава и питательной ценности кормов выполнялась химическим путем, в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ Р 55452-2013 и ГОСТ Р 55986-2014. Исследования осуществлялись в лабораторных условиях ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН.

Питательность кормов рассчитывали по уравнениям регрессии в кормовых единицах и МДж обменной энергии.

В работе использовали программные средства «Microsoft Office».

Результаты исследований и обсуждения

Для выполнения поставленных задач проведены исследования химического состава, питательности заготовленных кормов, оценка их качества в соответствии с требованиями национального стандарта.

Таким образом, основой при выполнении работы служит химический состав и питательность используемых ингредиентов. (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав и питательность заготовленных кормов

Наименование показателя		Зеленая масса	Силос из кукурузы	Силаж из бобово-злаковой смеси	Силос злаковый	Силос злаково-бобовый	Силаж злаковый	Сено злаковое
Кормовые единицы, кг	Натур. вл.	0,16	0,25	0,31	0,24	0,21	0,28	0,49
	В АСВ	0,84	0,98	0,90	0,97	0,87	1,06	0,56
Обменная энергия, МДж	Натур. вл.	1,86	2,71	3,71	2,65	2,38	3,27	7,16
	В АСВ	10,12	10,93	10,50	10,89	10,28	11,50	8,24
Чистая энергия лактации, МДж	Натур. вл.	0,59	1,26	1,98	1,12	0,86	1,55	2,56
	В АСВ	5,12	6,45	6,87	6,54	5,81	6,50	4,15
Переваримый протеин, г	Натур. вл.	15,91	15,5	36,83	23,48	22,79	28,52	41,31
	В АСВ	94,25	62,93	91,35	109,5	102,20	91,20	46,83
Сухое вещество, г		181,65	246,27	354,60	243,25	216,53	312,00	865,71

Сырой жир, г	Натур. вл.	4,62	8,05	12,65	9,29	8,21	11,82	9,89
	В АСВ	2,65	3,23	3,79	3,78	3,91	3,60	1,14
Сырой протеин, г	Натур. вл.	23,73	22,30	52,30	33,57	32,26	42,06	76,68
	В АСВ	13,79	8,98	13,48	15,13	14,59	13,46	8,76
Нерасщепляемый протеин, г		29,86	22,12	42,18	36,14	34,88	33,25	20,12
nXP, г		133,85	132,40	158,57	150,3	137,60	145,08	101,16
RNB*, г		0,78	-7,02	1,62	-0,67	0,42	-1,93	-1,06

Полученные экспериментальные данные указывают на значительные различия в питательной ценности различных видов кормов, используемых для приготовления кормосмеси. Вариативность показателей подчеркивает необходимость индивидуального подхода к составлению рационов кормления.

Особенно важно отметить различия в содержании переваримого протеина и его фракций (nXP и RNB) между разными видами кормов. Больше всего его содержится в силосах злаковых и из злаково-бобовой смеси (102,2–109,5 г/кг СВ). Наиболее бедными кормами по содержанию переваримого протеина являются силос из кукурузы и злаковое сено, в которых данный показатель составляет 62,93 и 46,83 г/кг СВ соответственно. Содержание протеина оказывает существенное влияние на процессы пищеварения и усвоения питательных веществ в организме животного. Анализ питательной ценности различных кормов является ключевым фактором в обеспечении высокой продуктивности и экономической эффективности животноводства. Тщательный выбор кормов и разработка сбалансированных рационов, основанных на представленных данных, позволяют оптимизировать использование ресурсов и достичь максимальных результатов.

У животных в период раздоя содержание концентрированных кормов в среднем составляет 29,1%, дача объемистых кормов, соответственно 70,9%, в период разгара лактации дача концентрированных кормов составляет 41,8%, доля объемистых кормов 58,2% (рисунок 1).

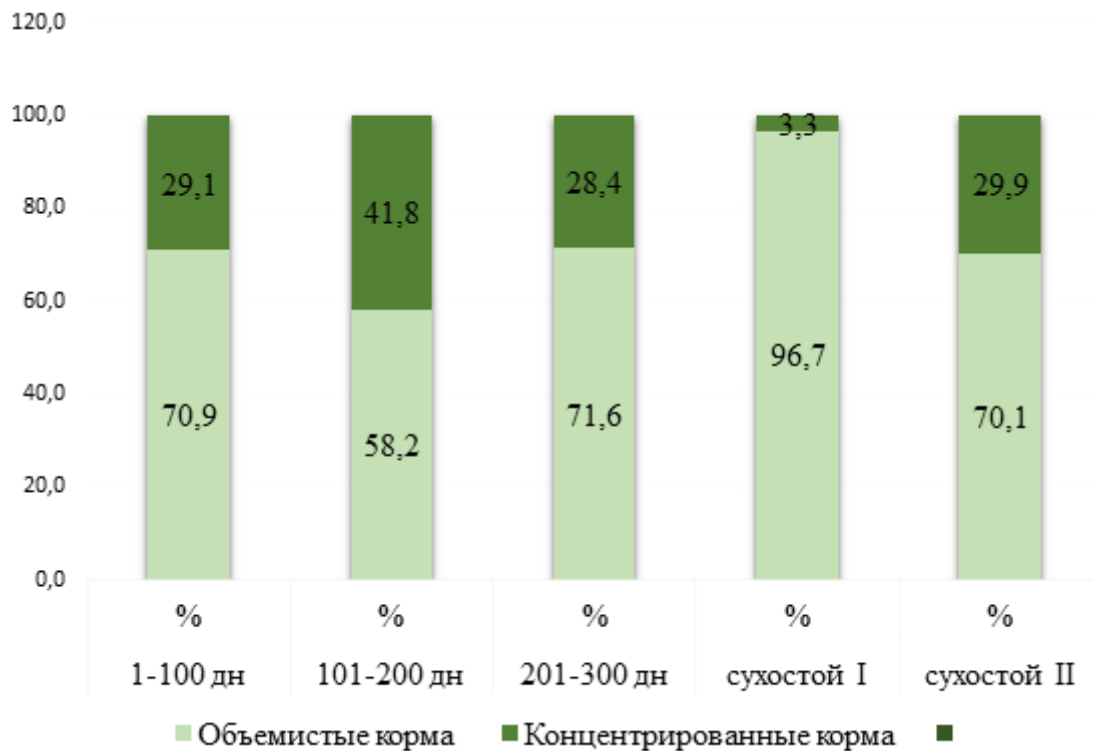


Рисунок 1 – Структура кормосмеси при привязном способе содержания

В структуре кормовой смеси при беспривязном способе содержания концентрированные корма за анализируемый период составляют от 5,3 до 32,7%, а содержание объемистых кормов с 58,2 до 81,6% (рисунок 2).

Таблица 2 – Структура кормовой смеси в кормлении коров для беспривязного способа содержания

Состав рациона	Фазы лактации						Сухостой			
	1-100 дн		101-200 дн		201-300 дн		сухостой I		сухостой II	
	24-28 кг		40 кг		18-22 кг		-		-	
	факт, кг	доля, %	факт	%	факт	%	факт	%	факт	%
Сено злаковое	0,6	2,8	0,3	1,2	1,0	4,6	3,9	32,5	1,6	8,7
Силос злаковый,	16,2	29,7	20,6	27,7	23	33,2	18,7	24,2	12,7	24,6
Силос злаково- бобовый	9,6	17,6	10,4	14,0	12,7	18,3	15,5	20,0	7,7	14,9
Силос кукурузный	9,3	17,1	11,3	15,2	10,7	15,4	3,7	4,8	11,3	21,9
Сочные корма	35,1	64,5	42,3	56,9	46,4	67,0	37,9	49,0	31,7	61,4
Объемистые корма	35,7	67,3	42,6	58,2	47,3	71,6	36,6	81,6	33,2	70,1
Комбикорм	6,6	32,7	11,2	41,8	6,3	28,4	0,8	18,4	5,3	29,9
Концентри- рованные корма	6,6	32,7	11,2	41,8	6,3	28,4	0,8	18,4	5,3	29,9
Патока	0,2	-	0,4	-	0	-	0	-	0	-
Тирзана	0,3	-	0	-	0	-	0	-	0,3	-
Прочие корма	0,5	-	0,4	-	0	-	0	-	0,3	-
Итого:	41,7	100,0	53,0	100,0	53,0	100,0	37,4	100,0	45,5	100,0

Доля сена в структуре рационов высокопродуктивных коров за исследуемый период составила при привязном способе содержания от 1,2 до 8,7%.

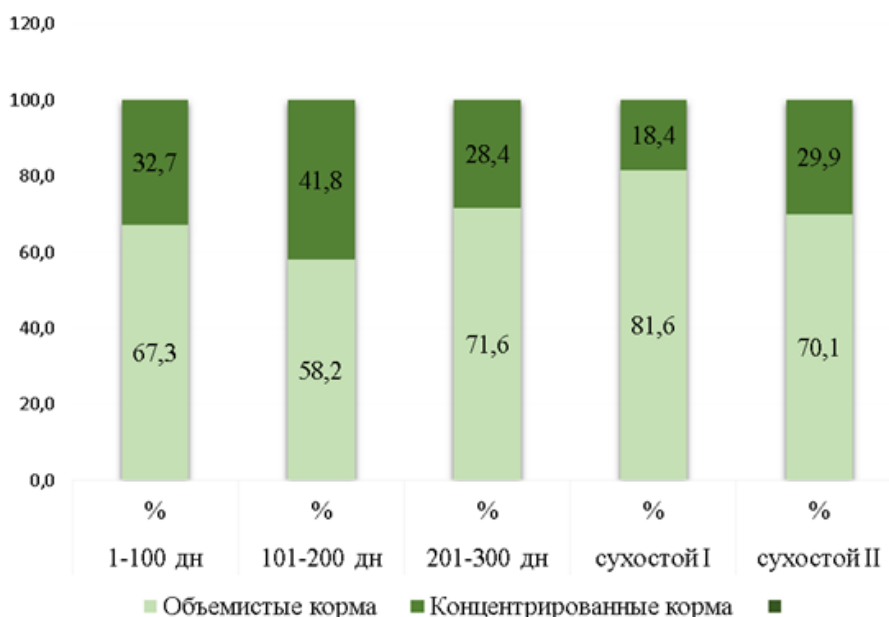


Рисунок 2 – Структура кормосмеси при беспривязном способе содержания

Таблица 3 – Питательность кормовой смеси для привязного способа содержания

Показатель	Периоды лактации					
	1-100		101-200		201-300	
Суточный удой, л.	24-28 кг		40 кг		18-22 кг	
Сено злаковое, кг	0,6		0,3		1,0	
Силос злаковый, кг	16,2		20,6		23,0	
Силос злаково-бобовый, кг	9,6		10,4		12,7	
Силос кукурузный, кг	9,3		11,3		10,7	
Объемистые корма, кг	35,7		42,6		47,3	
Комбикорм, кг	5,5		10,0		6,3	
Концентри-рованные корма, кг	5,5		10,0		6,3	
Патока, кг	0,2		0,4		0,0	
Тирзана, кг	0,3		0,0		0,0	
Прочие корма, кг	0,5		0,4		0,0	
Итого, кг:	41,7		53,0		53,0	
В рационе содержится	факт	+ к норме	факт	+ к норме	факт	+ к норме
ЭКЕ	28,3	-0,1	25,0	1,3	22,4	1,1
ОЭ, МДж	283,2	-1,0	250,4	13,4	224,3	11,3
СВ, кг	26,3	0,6	23,6	0,7	21,5	0,2
Сырой протеин, кг	4,2	0,1	3,6	0,1	3,1	0,2
Перев. протеин, кг	3,1	0,1	2,6	0,2	2,3	0,2
Сырая клетчатка, кг	4,6	0,1	4,4	-0,2	4,0	-0,4
Крахмал, кг	5,1	0,2	3,9	0,3	3,4	0,4
Сахар, кг	2,8	-0,4	2,3	-0,2	2,0	0,0
Сырой жир, кг	0,8	0,2	0,9	0,1	0,8	0,1
Кальций, г	191,7	9,7	167,9	17,9	151,9	17,9
Фосфор, г	149,4	17,4	121,1	15,6	104,0	8,1
Магний, г	84,7	43,9	73,1	37,1	62,2	28,2
Натрий, мг	182,0	0,0	150,0	0,0	134,0	0,0
Калий, мг	179,9	-1,1	166,6	21,0	142,3	3,3
Цинк, г	1,7	-0,2	1,3	-0,2	1,1	-0,1
Медь, мг	314,7	25,9	247,1	22,1	210,4	20,4
Кобальт, мг	15,1	-8,6	12,1	-6,0	10,5	-4,4
Каротин, г	1,2	-0,1	1,2	0,2	1,2	0,4
Концентрация энергии, ЭКЕ	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
Затраты ПП на 1 к.ед.	108,3	0,0	102,7	0,0	102,0	0,0
СВ на 100 кг ж.м.	3,8	0,0	3,4	0,0	3,1	0,0
СПО	0,7	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0

Показатель	Сухостой I		Сухостой II	
	факт	+ к норме	факт	+ к норме
Суточный удой, л.	-		-	
Сено злаковое, кг	3,9		1,6	
Силос злаковый, кг	18,7		12,7	
Силос злаково-бобовый, кг	15,5		7,7	
Силос кукурузный, кг	3,7		18,0	
Объемистые корма, кг	36,6		39,9	
Комбикорм, кг	0,8		5,3	
Концентри-рованные корма, кг	0,8		5,3	
Патока, кг	0,0		0,0	
Тирзана, кг	0,0		0,3	
Прочие корма, кг	0,0		0,3	
Итого, кг:	37,4		45,5	
В рационе содержится	факт	+ к норме	факт	+ к норме
ЭКЕ	19,3	1,6	16,0	0,7
ОЭ, МДж	192,6	15,6	159,9	6,9
СВ, кг	18,8	-0,1	15,5	1,3
Сырой протеин, кг	2,6	0,2	2,3	0,0
Перев. протеин, кг	1,8	0,2	1,6	0,1
Сырая клетчатка, кг	4,0	-0,6	3,1	0,1
Крахмал, кг	2,1	0,0	2,1	0,1
Сахар, кг	1,4	0,1	1,4	0,0
Сырой жир, кг	0,6	0,1	0,6	0,0
Кальций, г	126,1	16,1	140,5	10,5
Фосфор, г	86,9	8,9	75,8	0,8
Магний, г	53,8	23,8	42,6	18,6
Натрий, мг	110,0	0,0	80,0	0,0
Калий, мг	135,9	17,9	121,7	31,7
Цинк, г	0,9	0,0	0,6	0,0
Медь, мг	165,8	25,8	128,6	-6,4
Кобальт, мг	8,0	-2,6	7,4	-2,1
Каротин, г	1,1	0,5	1,2	0,4
Концентрация энергии, ЭКЕ	1,0	0,0	1,0	0,0
Затраты ПП на 1 к.ед.	94,4	0,0	98,5	0,0
СВ на 100 кг ж.м.	2,7	0,0	2,2	0,0
СПО	0,6	0,0	0,6	0,0

Анализ химического состава и питательности кормовой смеси для коров на разных этапах лактации и в период сухостоя позволяет сделать вывод об их сбалансированности и адекватности потребностям молочных коров. Значительные различия в составе в зависимости от

физиологического состояния коровы указывают на необходимость предоставления оптимального количества питательных веществ, макро- и микроэлементов на каждом этапе лактации и сухостоя.

Особое внимание уделяется этапам с наиболее интенсивной молокоотдачей, когда потребность в нутриентах достигает пика. Так, в период раздоя (с 1 по 100-й день лактации) содержание питательных веществ меньше, чем в последующий период разгара (101–200 дней), следовательно, меньше и суточная дача комбикорма. Это связано с необходимостью щадящего перехода животного из новотельного периода к высоким удоям. Максимальное содержание питательных веществ в кормосмеси в период разгара лактации, что не только позволяет достигнуть максимальной для животного молочной продуктивности, но и длительное время удерживать ее на стабильно высоком уровне. В это время животные получают повышенное количество комбикормов и концентратов (10 кг), что способствует высокой выработке молока. Однако принципиально важно отслеживать баланс питательных веществ во избежание метаболических проблем, возникающих вследствие перекорма.

Кормление сухостойных коров также требует тщательной проработки. В этот период важно обеспечить коровам достаточное количество клетчатки для нормализации обмена и подготовки ЖКТ к усиленной работе во время последующей лактации, а также ограничить поступление энергии для предотвращения избыточного веса. Вместе с тем за три недели до отела увеличивают количество концентратов, что связано с необходимостью подготовки к лактации, которая потребует высоких энергетических затрат, и адаптацией к более высокоэнергетическому рациону. В связи с вышеизложенным при кормлении сухостойной группы животных на производстве рационально использовать два состава кормосмеси.

Таблица 4 – Питательность кормовой смеси для беспривязного способа содержания

Показатель	Периоды лактации					
	1-100		101-200		201-300	
Суточный удой, л.	24-28 кг		40 кг		18-22 кг	
Сено злаковое, кг	0,6		факт		1,0	
Силос злаковый, кг	16,2		0,3		23,0	
Силос злаково-бобовый, кг	9,6		20,6		12,7	
Силос кукурузный, кг	9,3		10,4		10,7	
Объемистые корма, кг	35,7		11,3		47,3	
Комбикорм, кг	5,5		42,6		5,7	
Концентрированные корма, кг	5,5		10,0		5,7	
Патока, кг	0,2		10,0		0,0	
Тирзана, кг	0,3		0,4		0,0	
Прочие корма, кг	0,5		0,0		0,0	
Итого, кг:	41,7		0,4		53,0	
В рационе содержится	факт	+ к норме	факт	+ к норме	факт	+ к норме
ЭКЕ	31,3	1,7	25,5	1,8	23,4	3,0
ОЭ, МДж	313,1	17,1	255,8	18,8	233,7	28,0
Сухое вещество, кг	26,8	0,5	23,7	0,8	22,3	1,5
Сырой протеин, кг	4,4	-0,2	3,7	0,2	3,2	0,3
Перев. протеин, кг	3,3	0,2	2,6	0,2	2,3	0,3
Сырая клетчатка, кг	4,7	0,2	4,6	0,1	4,6	0,1
Крахмал, кг	5,1	0,0	4,2	0,5	2,7	0,0
Сахар, кг	3,0	-0,4	2,4	-0,1	1,8	0,0
Сырой жир, кг	1,4	0,3	1,0	0,1	0,8	0,1
Кальций, г	207,7	17,7	174,9	24,9	176,0	47,9
Фосфор, г	157,8	19,8	115,7	7,7	102,0	10,5
Магний, г	95,8	53,8	71,0	35,0	64,5	32,0
Натрий, мг	190,0	0,0	150,0	0,0	128,0	0,0
Калий, мг	215,0	27,0	180,1	27,1	169,3	35,6
Цинк, г	1,5	-0,4	1,4	0,0	1,2	0,0
Медь, мг	370,9	65,9	256,6	31,6	209,7	31,0
Кобальт, мг	14,9	-10,0	12,7	-5,4	10,8	-3,4
Каротин, г	1,3	-0,1	1,2	0,2	1,3	0,5
Конц-я. энергии, ЭКЕ	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
Затраты ПП на 1 к.ед.	104,4	0,0	100,9	0,0	96,9	0,0
СВ на 100 кг ж.м.	3,8	0,0	3,4	0,0	3,2	0,0
СПО	0,7	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0

Показатель	Сухостой I		Сухостой II	
	факт	+ к норме	факт	+ к норме
Суточный удой, л.		3,9		1,6
Сено злаковое, кг		18,7		12,7
Силос злаковый, кг		15,5		7,7
Силос злаково-бобовый, кг		3,7		18,0
Силос кукурузный, кг		36,6		39,9
Объемистые корма, кг		0,8		5,3
Комбикорм, кг		0,8		5,3
Концентрированные корма, кг		0,0		0,0
Патока, кг		0,0		0,3
Тирзана, кг		0,0		0,3
Прочие корма, кг		0,0		0,3
Итого, кг:		37,4		38,8
В рационе содержится	факт	+ к норме	факт	+ к норме
ЭКЕ	15,7	0,4	25,5	1,8
ОЭ, МДж	157,1	4,1	255,8	18,8
Сухое вещество, кг	14,8	0,6	23,7	0,8
Сырой протеин, кг	2,1	-0,2	3,7	0,2
Перев. протеин, кг	1,4	-0,1	2,6	0,2
Сырая клетчатка, кг	3,4	0,4	4,6	0,1
Крахмал, кг	1,9	0,0	4,2	0,5
Сахар, кг	1,2	-0,3	2,4	-0,1
Сырой жир, кг	0,6	0,0	1,0	0,1
Кальций, г	141,2	11,2	174,9	24,9
Фосфор, г	66,3	-8,7	115,7	7,7
Магний, г	40,0	16,0	71,0	35,0
Натрий, мг	80,0	0,0	150,0	0,0
Калий, мг	111,4	21,4	180,1	27,1
Цинк, г	0,5	0,0	1,4	0,0
Медь, мг	100,3	-34,7	256,6	31,6
Кобальт, мг	6,5	-3,0	12,7	-5,4
Каротин, г	1,3	0,4	1,2	0,2
Конц-я. энергии, ЭКЕ	1,0	0,0	1,0	0,0
Затраты ПП на 1 к.ед.	89,0	0,0	100,9	0,0
СВ на 100 кг ж.м.	2,1	0,0	3,4	0,0
СПО	0,6	0,0	0,6	0,0

Технология кормления включает в себя: технические средства раздачи кормов рациона, способы приготовления и кратность раздачи.

Для приготовления кормовой смеси наиболее оптимальным является применение смесителей, которые сочетают в себе функции погрузчика, измельчителя, смесителя и раздатчика кормов, оснащенных электронным датчиком, дозатором и по существу, являются мобильными кормоцехами («deLaval» (Швеция), «Optimix», «Хозяин» (Беларусь) и др.), их применение на фермах и комплексах позволяет значительно

повысить молочную продуктивность коров и эффективно использовать корма.

В строгом соответствии с установленной структурой в смеситель поочередно загружаются все компоненты и тщательно перемешиваются. Важно соблюдать последовательность загрузки: вначале измельчается сено или солома (грубые корма), далее – силос. В последнюю очередь в приготавливаемую смесь загружают концентраты и балансирующие добавки при постоянном перемешивании. Таким образом в бункере формируется тщательно перемешанная порция кормосмеси заданной величины и состава. Следует отметить, что смешивание компонентов кормосмеси должно происходить и во время переезда кормосмесителя к животноводческому помещению, благодаря чему сокращается общее время на приготовление и раздачу корма животным.

Кормление животных включает раздачу кормосмеси с кратностью два раза в день.

Выводы

Сложная кормовая смесь на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью более 10000 кг молока на Севере Европейской части России способствует ускорению темпов селекционно-генетического прогресса молочного скота

Применение кормовых смесей дает ряд преимуществ, главным из которых являются:

- повышение эффективности использования кормов рациона;
- повышение продуктивности коров;
- скармливание малоценных грубых кормов;
- повышение производительности труда и экономической эффективности отрасли.

Безусловно, такой подход к кормлению дает заметные результаты: высокие надои и стабильно высокое качество молока. Применение кормосмесей позволяет сельхозпредприятию заметно улучшить основное питание молочного скота, используя корма собственного производства, улучшить их поедаемость.

Литература:

1. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Минсельхоз России Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 140 с.

2. Терехова, С. В. Молочное животноводство: проблемы повышения экономической эффективности на основе оптимизации кормления (часть 1) / С. В. Терехова, И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 3. – С. 50-56. – DOI 10.33943/

MMS.2023.48.98.009.

3. Теребова, С. В. Молочное животноводство: проблемы повышения экономической эффективности на основе оптимизации кормления (часть 2) / С. В. Теребова, И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 4. – С. 44-48. – DOI 10.33943/MMS.2023.16.31.008.

4. Буряков Н.П., Бурякова М.А., Гришакин Ю.А. Влияние дифференцированного скармливания концентрированных кормов на молочную продуктивность коров // Кормление с/х животных и кормопроизводство. 2007. № 3. С. 44–49.

5. Harman J., Gröht Y., Erb H. Event-time analysis of the effect of 60-day milk production on dairy cow interval-to-conception // Am.J.Vet. Res. – 1996. – P. 634–639.

6. Гусаров, И. В. Система нормированного кормления высокопродуктивных коров с учетом их биохимического статуса / И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 12(197). – С. 23-39.

7. Гусаров, И. В. Система нормированного кормления высокопродуктивных коров с учетом их биохимического статуса / И. В. Гусаров, О. Д. Обряева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2021. – № 12(197). – С. 23-39. – DOI 10.33920/sel-05-2112-02.

8. Гусаров И.В. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания / И. В. Гусаров, М. В. Шутова, Л. А. Корельская, В. М. Смыслов // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 4(44). – С. 34-47. – DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_34.

9. Гусаров, И. В. Изучение теории и практики кормления крупного рогатого скота на Европейском Севере России. Научная школа А.С. Емельянова / И. В. Гусаров, П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1, № 2. – С. 6. – DOI 10.15838/alt.2018.2.2.6.

10. Есаулова Л.А. Организация кормления высокопродуктивных коров в наиболее критичные периоды жизни / Л.А. Есаулова, Н.А. Кудинова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2025. - №2 (235). – С. 46-60.

11. Ганущенко О. Искусство управления кормлением коров / О. Ганущенко // Животноводство России. – 2023. – № S2. – С. 39-42. – DOI 10.25701/ZZR.2022.11.11.006.

12. Балансирование рационов коров по энергии / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, Г. В. Бесараб, В. В. Карелин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук,

профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 25 января 2022 года. Том Часть II. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет - 2022. – С. 104-109.

References:

1. *Prognoznauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030]. Moscow, Minsel'khoz Rossii Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet "Vysshaya shkola ekonomiki", 2017. 140p. (In Russian) – Text direct

2. Terebova S.V., Gusarov I.V., Obryaeva O.D. Dairy farming: problems of increasing economic efficiency based on feeding optimizing (Part 1). *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2023, no.3, pp. 50-56. DOI 10.33943/MMS.2023.48.98.009. (In Russian) – Text electronic

3. Terebova S.V., Gusarov I.V., Obryaeva O.D. Dairy farming: problems of increasing economic efficiency based on feeding optimizing (Part 2). *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2023, no.4, pp. 44-48. DOI 10.33943/MMS.2023.16.31.008. (In Russian) – Text electronic

4. Buryakov N.P., Buryakova M.A., Grishakin YU.A. Effect of differentiated giving concentrated feeds on milk productivity of cows. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh i kormoproizvodstvo* [of Agricultural Animals and Feed Production], 2007, no. 3, pp. 44–49. (In Russian) – Text direct

5. Harman J., Gröht Y., Erb H. Event-time analysis of the effect of 60-day milk production on dairy cow interval-to-conception. *American Journal of Veterinary Research*, 1996, vol 57, issue 5, pp. 634–639. (In English) – Text direct

6. Gusarov I.V., Obryaeva O.D. System of standardized feeding of highly productive cows with the account of their biochemical status. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of Agricultural Animals and Feed Production], 2021, no. 12(197), pp. 23-39. (In Russian) – Text direct

7. Gusarov I.V., Shutova M.V., Korel'skaya L.A., Smyslov V.M. Assessment of biochemical blood status of highly productive cows with different keeping methods. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, no. 4(44), pp. 34-47. – DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_34. (In Russian) – Text electronic

8. Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. Studying theory and

practice of Feeding Cattle in the European North of Russia. A.S. Emel'yanov's Scientific School. *AgroZooTekhnika* [Agrozootechnics], 2018, vol. 1, no. 2, pp. 6. – DOI 10.15838/alt.2018.2.2.6. (In Russian) – Text electronic

9. Esaulova L.A., Kudinova N.A. Organization of feeding of highly productive cows in the most critical periods of their life. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of Agricultural Animals and Feed Production], 2025, no. 2 (235), pp. 46-60. (In Russian) – Text direct

10. Ganushchenko O. The Art of Feeding Cows. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry in Russia], 2023, no. 2, pp. 39-42. DOI 10.25701/ZZR.2022.11.11.006. (In Russian) – Text electronic

11. Kot A.N., Radchikov V.F., Besarab G.V., Karelin V.V. Balancing the energy content of cows' diets. *Sbornik trudov po materialam natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy pamyati doktora biologicheskikh nauk, professora, Zasluzhennogo rabotnika Vysshey shkoly RF, Pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya RF, Pochetnogo grazhdanina Bryanskoj oblasti Egora Pavlovicha Vashchekina «Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva». Chast' 2* [Proc. of the National Scientific and Practical Conf. with Int. Participation Dedicated to the Memory of Egor Pavlovich Vashchekin, Doctor of Science (Biology), Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, and Honorary Citizen of the Bryansk Region «Actual Problems of Intensive Livestock Development». Part 2], Bryansk, 2022, pp. 104-109. (In Russian) – Text direct

Complicated feed mixture for feeding highly productive dairy cows

Gusarov Igor' Vladimirovich, Candidate of Science (Biology), leading researcher, Head of the Department of Feeds and Farm Animal Feeding
e-mail: i-gusarov@yandex.ru,

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A.S. Emel'yanov - a separate subdivision of Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Obryaeva Oksana Dmitrievna, researcher of the Department of Feeds and Farm Animal Feeding

e-mail: obryaeva@bk.ru

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A.S. Emel'yanov - a separate subdivision of Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: feed mixture, feeding, nutrition, completeness, diet, high-yielding dairy cows, silage, bulky feeds

Abstract. The issue of material support in dairy cattle breeding, occupying a leading position in the Vologda region's agriculture, remains acute. The main difficulty lies in lacking attention to the development and formation of a stable feed supply, as well as in the lack of an integrated approach to implementation of modern feeding technologies. The errors made in the production of high-quality feeds and their irrational use that ignores the approved scientific based feeding standards, result in decreased milk productivity and increased feed costs per unit of production, which ultimately have a negative effect on the economic efficiency of the whole dairy complex. For feeding farm animals, feeds of plant origin of own production are mainly used, followed by distributing them in the feeders. Thus, the issue of developing feed mixtures for highly productive cows that meet their physiological and biochemical needs remains relevant.

Оптимизация скорости управления стадом в небольших овцеводческих хозяйствах с помощью пастушьих собак разных пород

Баруздина Елена Сергеевна, кандидат ветеринарных наук, доцент
e-mail: vologda-agility@mail.ru

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

Ключевые слова: пастушьи собаки, овцеводство, управление стадом

Аннотация. В данном исследовании оценено время, потраченное на выполнение основных задач по управлению стадом овец в 20 голов. Для этого использовали 20 обученных собак по пять представителей четырех пастушьих пород, объединенных в четыре опытные группы. В качестве контрольной группы выступили пять человек-добровольцев, выполнявших те же задачи без собаки. В результате контрольная группа затратила наибольшее время на выполнение задач, а с некоторыми справилась частично или вовсе не справилась. Участники опытных групп, использующие пастушьих собак, выполнили задачи быстрее, чем участники контрольной группы, при этом со всеми поставленными в ходе эксперимента задачами справилась только группа, работающая с бордер колли.

Введение

На сегодняшний день овцеводство – одна из важнейших составляющих животноводства во многих странах мира [1], при этом доля крупных овцеводческих хозяйств на протяжении последних 10 лет неуклонно снижается, в то время как доля мелких хозяйств увеличивается, где в настоящее время производится от 60 до 80% овцеводческой продукции [2]. Подавляющее большинство овец в мире содержится на пастбищах – сезонных или круглогодичных, где контроль над стадом осуществляется с помощью пастушьих и приотарных собак [3, 4, 5].

Приотарные породы собак распространены и традиционно используются на Юге России и на Кавказе для охраны стада. Это крупные и агрессивные собаки, задача которых жить совместно со

стадом и отпугивать хищников. Задач по управлению стадом они не выполняют. Пастушьи породы собак на территории РФ представлены слабо (можно отнести к ним только оленегонную лайку), и вся работа с ними построена на привозных породах [6].

Пастушьи собаки работают только в связке с человеком, быстро и четко выполняя команды пастуха [7, 8, 9]. Наиболее популярны пастушьи породы, работающие в традиционном стиле, так называемые собаки сопровождения. Они предназначены для управления ручным стадом и работают близко к овцам, воздействуя на них движениями корпуса и голосом. Родиной этих пород является континентальная Европа (немецкая и бельгийская овчарки, пиренейская овчарка, французский босерон, венгерские муди и пуми и пр.) и Британия (различные корги, колли и шелти) [10, 11]. Современная тенденция в кинологии превращать любые породы собак в компаньонов, значительно снизила уровень пастушьего инстинкта у традиционных пород собак, поэтому их все реже используют как помощников на ферме.

Пастушьи собаки собирающего стиля были выведены исключительно для работы на ферме и участия в пастушьих состязаниях – триалах [12, 13, 14]. К ним относятся всего две породы – бордер колли (Британия) [15] и австралийский келпи (Австралия) [16]. Овцеводство Великобритании, Австралии, а также континентальной Европы и США использует в основном собак этих пород. Собаки собирающего стиля предназначены для работы с дикими овцами на больших территориях, они воздействуют на овец издали с помощью пристального взгляда и крадущихся движений [17, 18].

Работа с пастушьими собаками в России начата недавно, и хотя в отдельных овцеводческих хозяйствах начали применять пастушьих собак, до массового использования собак, как помощников в сельском хозяйстве, еще очень далеко. Мы предполагаем, что обученная пастушья собака способна значительно сократить время и силы человека при манипуляциях со стадом. Поэтому целью нашей работы стала оптимизация скорости управления стадом в небольших овцеводческих хозяйствах с помощью пастушьих собак разных пород.

Материалы и методы. Работа выполнена на базе Центра обучения пастушьих собак ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. Эксперимент проводили в июне-июле 2025 года на поле для выпаса животных. Использовали 20 овец помесных пород, в возрасте от 6 месяцев до 2 лет, ручных, привыкших работать с пастушьими собаками и хорошо знающих территорию, на которой проводили исследование. Для эксперимента стадо делили случайным образом на две части по 10 голов.

Основываясь на полученном ранее опыте [19], мы включили в эксперимент 20 владельцев с собаками по пять представителей каждой из четырех наиболее популярных пастушьих пород, представленных в

Вологодской области – бордер колли (группа №1), австралийская овчарка (группа №2), шелти (группа №3) и вельш корги пемброк (группа №4). Все собаки, участвующие в исследовании, были обучены по единой методике и регулярно занимаются на базе Центра обучения пастушьих собак ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. В качестве контрольной группы в эксперименте участвовало 5 человек - добровольцев, выполнявших манипуляции со стадом без собаки (контроль).

Каждый участник выполнял задание трехкратно, с интервалом в сутки, на стаде со случайным составом овец, в итоге у каждой исследуемой группы было по 15 результатов. Скорость оценивали с помощью секундомера, измеряя время, затраченное на выполнение задания. Если оно превышало 10 минут (600 секунд), то задание считали не выполненным, так как увеличение времени на манипуляции со стадом затрачивает время фермера и вызывают стресс у овец [20, 21].

Для оценки скорости управления стадом выбрали задания, наиболее полно отражающие повседневные задачи овцевода с учетом региональных особенностей (небольшое ручное стадо, сезонный выпас, много работы в ограниченных пространствах):

1. Вывести стадо из сарая;
2. Завести овец в загон;
3. Вывести стадо из загона;
4. Переместить стадо на выпас;
5. Забрать стадо с выпаса;
6. Завести в раскол, отсортировать 2-х овец;
7. Отвести 2-х овец от стада в загон.

Задание 1. Использовали помещение 2х4 метра со сплошными стенами, в котором стадо из 20 овец размещается довольно плотно. Пастух стоял у входа в сарай и высылал собаку самостоятельно вывести стадо. Время засекали в момент входа собаки в сарай, останавливали в момент выхода из сарая последней овцы. Пастушья собака, чтобы вывести овец, должна была протиснуться вдоль стенки сарая к стене, противоположной выходу (Рис. 1, а), и оттуда надавить на овец, заставив их выйти [22].

Задание 2. Использовали круглый загон диаметром 15 метров, стены выполнены из металлической сетки высотой 1,5 метров, дверь шириной 2 метра. Загон находился в поле и был доступен для обхода со всех сторон. Стабилизировав все стадо в 20 метрах от загона, пастух открывал дверь, высылал собаку собрать овец и завести их в загон (Рис. 1, б). Время засекали в момент высылки собаки, останавливали в момент входа в сарай последней овцы.

Задание 3. Пастух располагал собаку у входа в загон, открывал дверь и посылал ее забрать стадо, оставаясь снаружи. Время засекали в момент пересечения собакой линии ворот, снаружи или внутри загона,

останавливали в момент выхода последней овцы из загона.

Задание 4. Территория выпаса размещалась в 100 метрах от загона. Задача состояла в перемещении стада от загона до выпаса. Для контроля обозначили конусами линии старта в районе выхода из загона и финиша в зоне выпаса (Рис. 1, г). Пастух мог передвигаться со стадом, так и оставаться в точке старта. Время засекали в момент прохождения первой овцы линии старта, а останавливали в момент прохождения последней овцы линии финиша.

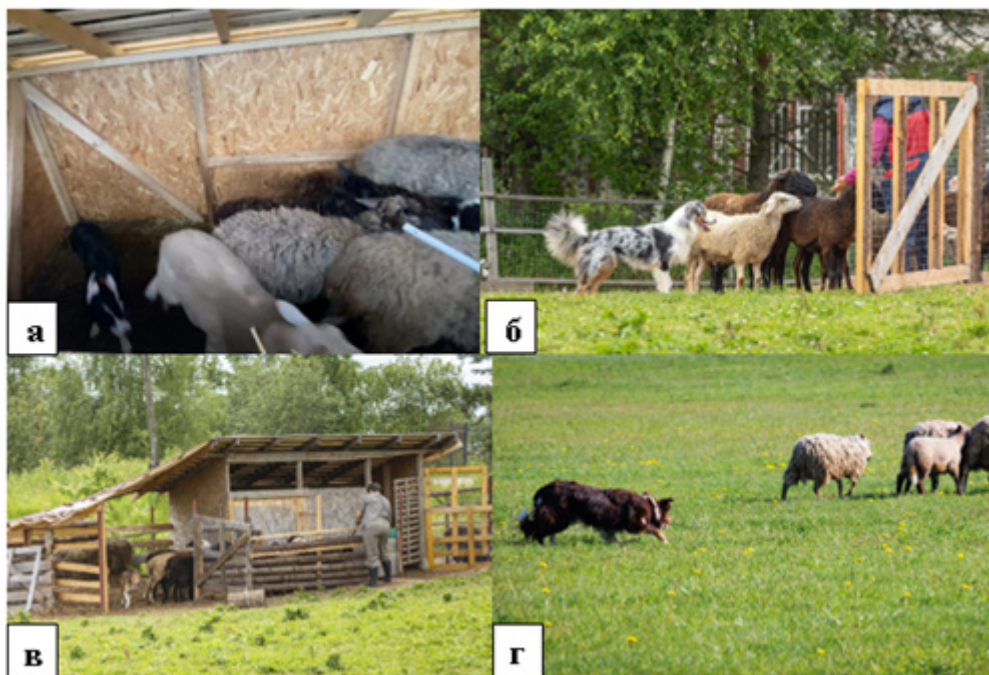


Рисунок 1 – а - задание 1, б - задание 2, в - задание 6, г - задание 4

Задание 5. Во время выпаса стадо овец расходится по территории, задача собаки аккуратно собрать всех овец и привести к пастуху. Время засекали в момент пересечения пастухом или/и собакой линии старта (в 100 метрах от выпаса). Останавливали время в момент пересечения последней овцы линии финиша (она же линия старта). Сбор стада осуществляли через 10 минут после выпаса, чтобы овцы не успели насытиться и самопроизвольно пойти обратно.

Задание 6. Раскол – это узкий коридор, рассчитанный по ширине на одну овцу. Вход в раскол из загона, выход регулируется вращающейся дверкой, которая по очереди перекрывает выход на поле или в сарай, управляя сортировкой овец (Рис. 1, в). Для исследования задачей пастуха и собаки было переместить стадо из загона в сарай через раскол, при этом отсортировать двух случайных овец на поле. В начале опыта стадо располагали в загоне с закрытым сортировочным коридором. Пастух запускал собаку в загон и закрывал дверь. Время засекали в момент открытия двери сортировочного коридора. Останавливали время в момент входа последней овцы в сарай.

Задание 7. После сортировки в расколе необходимо двух отделенных от стада овец отвести в загон, находившийся в 50 метрах. Время засекали в момент высила собаки пастухом в сторону овец и останавливали после входа последней овцы в загон. Полученные в ходе исследования результаты обрабатывались с помощью программного пакета Statistica 7. Значения полученных результатов в работе представлены в виде средней величины и стандартной ошибки средней ($M \pm m$). Результаты исследования со значением вероятности допущения альфа-ошибки, равные либо менее 5% ($p \leq 0,05$) расценивались как статистически значимые. Сравнение независимых выборок проводили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых выборок.

Результаты. Данные, полученные в ходе исследования, систематизированы и представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Среднее время выполнения задач различными группами (в секундах)

Группа	Группа №1 n= 15, M ± m	Группа №2 n= 15, M ± m	Группа №3 n= 15, M ± m	Группа №4 n= 15, M ± m	Контроль n= 15, M ± m
1 задание	5,3±2,0*	8,3±3,1*	25,0±45,1*	19,4±22,5*	329,7±230,2
2 задание	10,7±7,5*	19,7±18,0*	63,7±88,2*	38,6±30,2*	316,7±203,8
3 задание	5,4±1,9*	8,5±2,6*	8,7±2,6*	7,6±2,2*	40,5±18,1
4 задание	142,3±30,4*	160,1±18,9	176,1±29,0	143,1±30,4*	222,2±93,6
5 задание	67,5±10,7*	128,1±49,4*	197,7±125,7*	210,0±125,2*	445,0±134,5
6 задание	108,7±48,1*	271,2±112,1*	406,5±176,0	323,1±126,1*	568,3±71,9
7 задание	278,3±153,7*	500,5±128,1	458,3±208,7	585,1±41,1	600,0±0,0

Примечание: * - различия с контрольной группой статистически достоверны ($p \leq 0,05$).

Задание 1. Выход из сарая. Сложность данного задания состояла в том, что овцы лишены возможности убежать, а собака вынуждена работать очень плотно к стаду, пробираясь вдоль стенки, что ставит ее в очень уязвимую позицию – ей не увернуться от удара овцы.

Контрольная группа, состоящая из пяти человек без собак, затратила на задание $329,7 \pm 230,2$ сек, при этом в более чем половине случаев человек без собаки не смог вывести овец из сарая за 10 минут

(Рисунок 2). Проблемами, с которыми столкнулись испытуемые были:

- человек не смог протиснуться за стадо вследствие плотной постановки овец в сарае;
- вытаскиваемые вручную овцы быстро забежали обратно к стаду;
- овцы не боялись человека и не воспринимали его как угрозу, даже если испытуемый оказывал давление в нужной точке;
- испытуемые признались, что задание было физически тяжелое.

Группа №1 справилась с заданием быстрее всех, что достоверно отличается от результатов контрольной группы ($p=0,000003$). Если собака не ошибалась, то овцы быстро выбегали из сарая. Задержка случалась только по причине заторов при попытке проскочить всем стадом в узкую дверь. Чуть больше времени затратили участники группы №2, однако разница с контрольной группой была достоверна ($p=0,000003$). Участники группы №2 были убедительны при близкой работе со стадом, но в некоторых случаях требовалась помощь пастуха, а овцы вели себя очевидно спокойнее, чем с собаками группы №1. В группе №3 самостоятельно трижды выполнил задание всего один участник из пяти, всем остальным потребовалась помощь пастуха. Собаки этой группы испытывали неуверенность при работе с овцами в тесном помещении, неохотно выполняли задание, ждали помощи пастуха. Несмотря на это, тандем в виде пастуха и собаки справился с этой работой достоверно быстрее, чем один человек ($p=0,000013$).

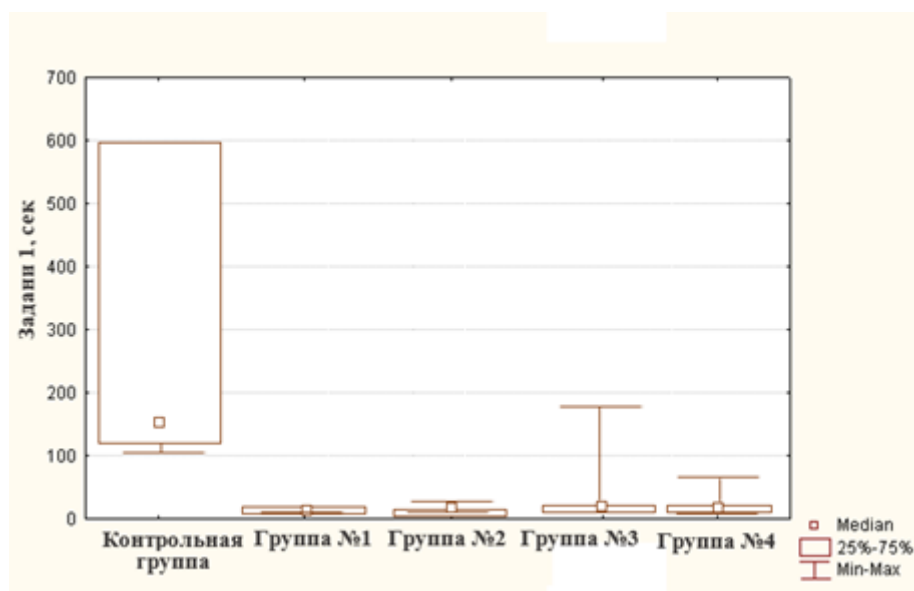


Рисунок 2 – Время выполнения задания 1

Собаки участников группы №4, наоборот, с желанием шли на конфликт со стадом и допускали покусы. При этом овцы не всегда быстро и уверенно выходили из сарая – зачастую пытались боднуть в ответ или разделялись из-за вхождения собаки в середину стада, однако покидали сарай быстрее, чем в контрольной группе ($p=0,000003$).

Задание 2. Вход в загон (с прозрачными стенами). Сложность задания состояла в том, что в загоне песчаный грунт, тогда как забрать овец нужно с травы, чему они активно противились – отказывались идти, бежали мимо загона.

Контрольная группа, за исключением нескольких попыток, справилась с заданием, затратив на выполнение $316,7 \pm 203,8$ сек (Рис. 3). Опытные группы выполнили задание полностью, при этом наиболее быстро работала группа №1, что статистически достоверно отличалось от результатов контрольной группы ($p=0,000007$). Группа №2 выполнила задание чуть медленнее ($p=0,000008$), а участники группы №4 потеряли время в основном за счет разбивания стада и попытках собрать снова, однако все равно достоверно быстрее, чем контрольная группа ($p=0,00014$). Некоторые участники группы №3 испытывали затруднения при попытках сдвинуть стадо, но в результате все успешно справились с задачей ($p=0,000696$).

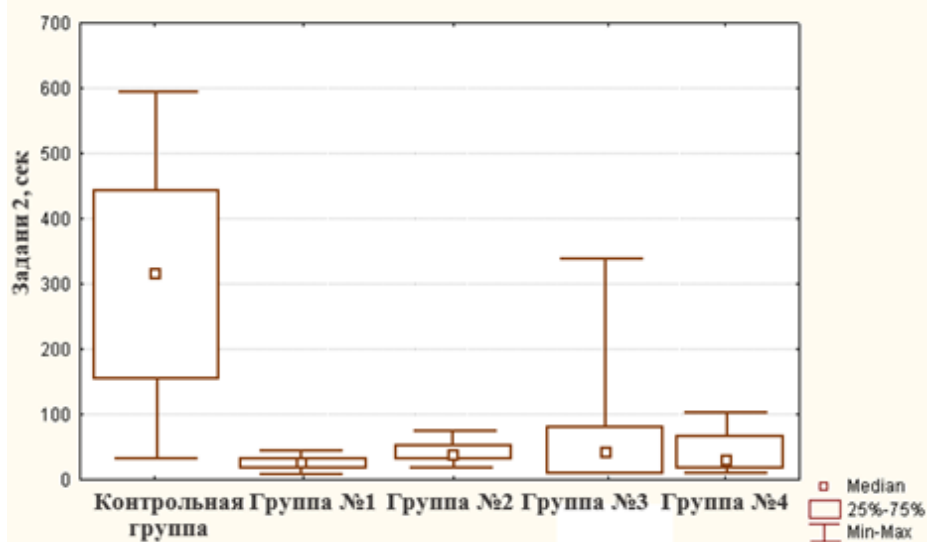


Рисунок 3 – Время выполнения задания 2

Задание 3. Выход из загона (с прозрачными стенами). Овцы охотно покидали загон, так как хотели пастись, а вся трава была снаружи. Поэтому и контрольная, и опытные группы справились с заданием успешно (Рис. 4).

Участники контрольной группы вывели овец из загона за $40,5 \pm 18,1$ секунд. Собаки группы №1 не заходили внутрь загона, ввиду породной специфики работая взглядом на большой дистанции сквозь сетку, что позволило достоверно сократить время ($p=0,000003$). Группа №2 ($p=0,000027$), группа №3 ($p=0,000007$) и группа №4 ($p=0,000005$) работали внутри загона и затратили примерно одинаковое время. За счет некоторых попыток с разбиванием стада, были медленнее группы №1, но достоверно быстрее человека без собаки из контрольной группы.

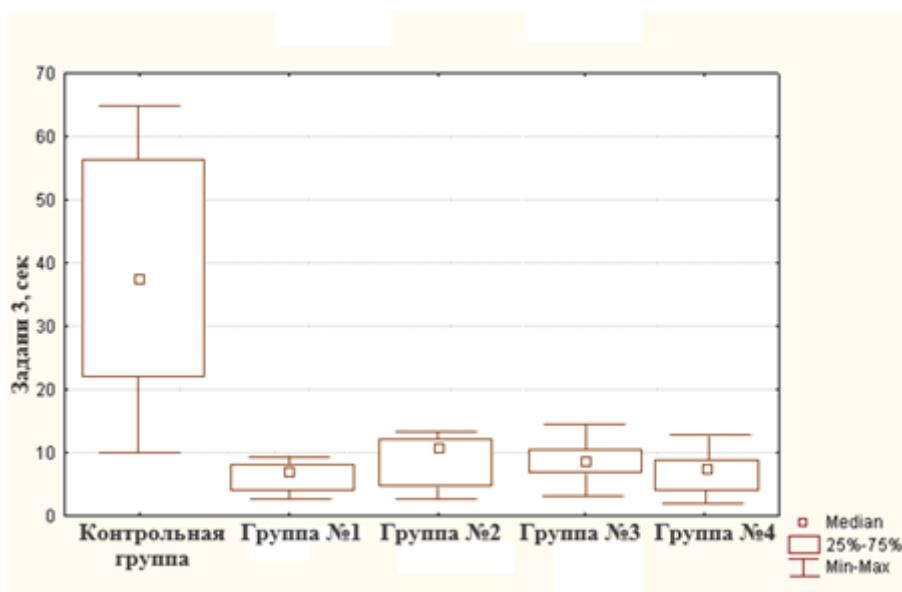


Рисунок 4 – Время выполнения задания 3

Задание 4. Перемещение стада на выпас. Поскольку овцы, участвовавшие в исследовании, были ручными и привыкшими ходить за человеком, передвижение на выпас не составило проблем для контрольной группы (Рис. 5). Изредка подгоняя отстающих овец, контрольная группа дошла до выпаса за $222,2 \pm 93,6$ секунд.

Использование собак из группы №2 и группы №3 не повлияло на результат и не отличалось от контрольной. Скорее всего это связано с тем, что австралийские овчарки и шелти работают близко к овцам и достаточно мягко [21], поэтому стадо передвигается со скоростью человека.

Несмотря на то, что собаки группы №4 также вели овец за человеком, стадо передвигалось значительно быстрее, а результат достоверно отличался от контрольной группы ($p=0,00754$). Корги по своей сути являются скорей скотогонными собаками, чем пастушьими, поэтому ведут овец довольно жестко – не дают отвлекаться на траву и покусывают за ноги [11].

В отличие от собак традиционного стиля, бордер колли может работать на большой дистанции и от овец, и от пастуха [15, 16, 18], поэтому скорость передвижения стада в группе №1 от человека не зависела, что достоверно отличало ее результат от контрольного ($p=0,005114$).

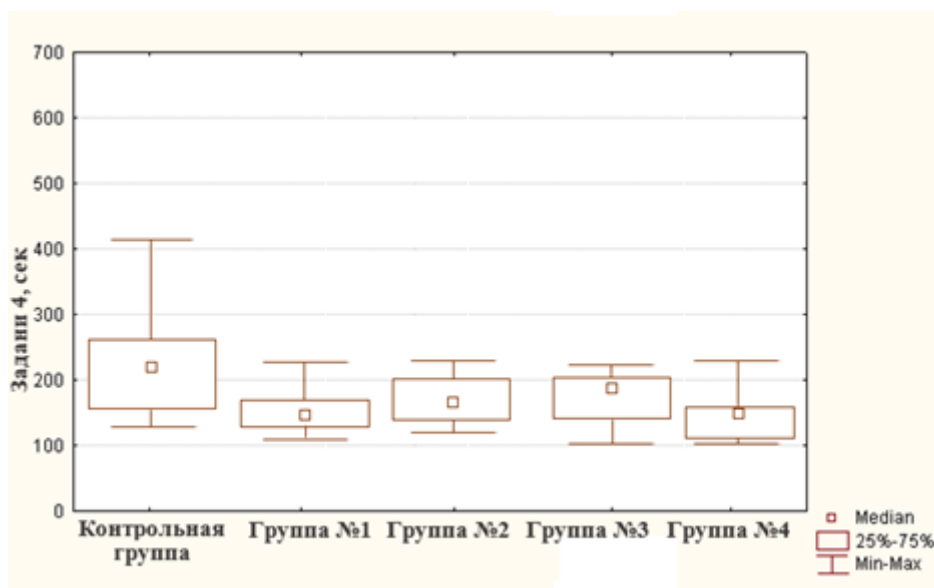


Рисунок 5 – Время выполнения задания 4

Задание 5. Сбор стада с выпаса. Участники контрольной группы скорее не справились с заданием – у большинства испытуемых овцы разбегались и возвращались обратно на выпас или останавливались пастись по дороге, что составило $445,0 \pm 134,5$ секунд (Рис. 6). Также неудачными были некоторые попытки участников группы №3 и группы №4, однако большинство с заданием справились, что отличало их от результатов контрольной группы ($p=0,000075$ и $0,000108$ соответственно). Основной проблемой участников этих групп была слишком близкая к стаду работа собаки, провоцирующая овец на побег, а то и на разделение на несколько групп, что затрудняло сбор. Некоторых собак овцы не воспринимали, как угрозу и продолжали пастись, что требовало вмешательства человека и значительно увеличивало время выполнения задачи. В группе №2 подобные проблемы были выражены слабее, поэтому забрать овец с выпаса у них получилось достоверно быстрее, чем у контрольной группы ($p=0,000004$). Наиболее эффективны были участники группы №1. За счет того, что бордер колли работали на расстоянии от стада, они не потеряли ни одну овцу, а взгляд помог довести стадо до пастуха под полным контролем, что наиболее сильно отличало группу №1 от контрольной ($p=0,000003$).

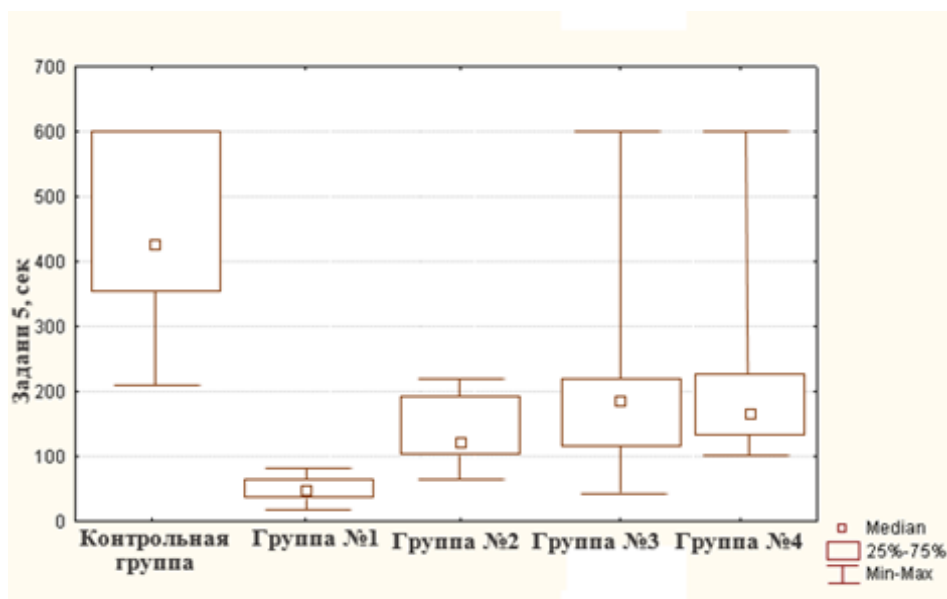


Рисунок 6 – Время выполнения задания 5

Задание 6. Раскол. Сложность задания состояла в том, что из широкого загона в узкий коридор овцы идти обычно не хотят, поэтому собаке необходимо умение продавить овец, заставить их двигаться против воли, тогда как пастух вынужден контролировать сортировочную дверку и не имеет возможности помочь собаке на входе в коридор.

Контрольная группа, можно сказать, не справилась с заданием, потратив $568,3 \pm 71,9$ секунд (Рис. 7). В одиночку сортировка овец в расколе - практически невыполнимая задача (нужно и толкать овец, и двигать сортировочную дверку).

Разнородными были результаты группы №3 – два участника справились с заданием, а три не смогли продавить овец, превысив максимальное время, что не позволило выявить отличия от контрольной группы. Хорошее время показали участники группы №4, где все справились с заданием, показав достоверные отличия от контрольной группы ($p=0,000018$). В группе №2 были собаки, не справившиеся с продавливанием овец, но остальные в целом неплохо поработали, продвигая овец, напрыгивая корпусом ($p=0,000019$). Наиболее быструю работу снова показали участники группы №1 ($p=0,000003$).

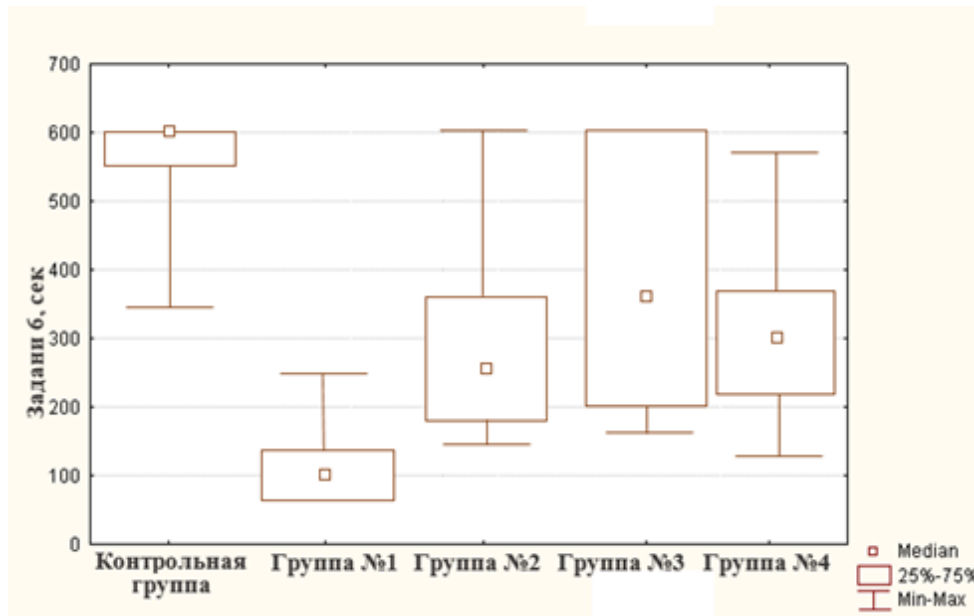


Рисунок 7 – Время выполнения задания 6

Задание 7. Разделение стада. Как показали результаты контрольной группы, без собаки отделить овцу от стада можно только унеся ее на руках, что по силам не каждому человеку. Группа №4 не справилась с заданием также (Рис. 8), за исключением нескольких удачных попыток, что статистически значения не имело. Чуть лучше результат у группы №2 – несколько попыток увенчались успехом, а в группе №3 почти половина попыток были успешны, но другая часть попыток закончилась неминуемой потерей овец.

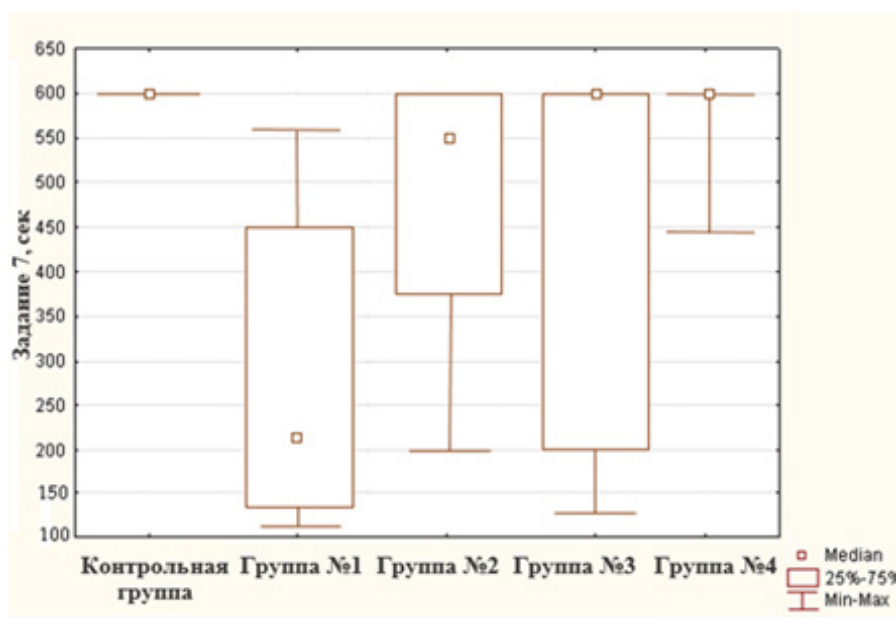


Рисунок 8 – Время выполнения задания 7

Овцы – стадные животные и сопротивляются отделению от стада всеми возможными способами. С этим заданием полностью справились

только участники группы №1, хотя некоторые попытки были близки к превышению максимального времени, что не помешало результату убедительно отличаться от результата контрольной группы ($p=0,000003$). Работа глазами и на дистанции позволяет бордер колли лучше контролировать отдельных животных, чем работа корпусом в традиционном стиле.

Обсуждение результатов и выводы.

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что человек без собаки на выполнение стандартных заданий затратил статистически больше времени, чем участники с собаками всех четырех опытных групп, а с двумя заданиями из семи контрольная группа не справилась вообще. Опытная группа №2 с австралийскими овчарками успешно справилась с шестью заданиями из семи, и в одном разнице статистически не отличалась от контрольной. Группа №3 с собаками породы шелти по своим результатам была очень неоднородной. Двое участников справились со всеми заданиями, но другие три участника испытывали серьезные затруднения там, где нужно было оказывать давление на овец, что привело в итоге к отсутствию статистически достоверной разницы с контрольной группой. Группа №4 с собаками породы вельш корги пемброк, несмотря на довольно прямую и грубую работу – были покусы и разбивание стада – успешно справились с пятью заданиями из семи, что отличало их от результатов контрольной группы. Быстрее всех справилась со всеми заданиями группа №1 с собаками породы бордер колли. Преимущество собак, работающих в собирающем стиле – взгляд, с помощью которого бордер колли контролирует овец даже на большом расстоянии. Хотя при близкой работе (например, задание 1) некоторые собаки чувствовали себя неуверенно, а овцы слишком резко на них реагировали.

Выводы:

- обученная пастушья собака позволяет сократить время и силы человека на манипуляции со стадом овец;
- собака породы бордер колли имеет преимущества при наличии большой территории выпаса. Она незаменима для работы с дикими, не ручными овцами (так как лучше других пород удерживает стадо), при этом достаточно эффективна при работе в тесных пространствах;
- австралийская овчарка работает со стадом мягко и аккуратно, при этом эффективно передвигает стадо, напрыгивая на овец корпусом. Однако задачи на удержание стада могут быть трудновыполнимы;
- вельш корги пемброк показал резкую, но уверенную работу скорей скотогонной собаки, чем пастушьей. Преимущества этой породы там, где требуется перемещение стада, но задания, требующие сбора и удержания овец, могут вызвать затруднения;
- шелти в целом очень аккуратны с овцами и хорошо собирают

стадо, но зачастую испытывают трудности с давлением на овец, из-за чего могут быть малоэффективны при постоянном взаимодействии со стадом.

Литература:

1. Войтюк М. М., Мачнева О. П. Современное состояние овцеводства в России // Эффективное животноводство. 2021. №4 (170).
2. Селионова М. И., Багиров В. А. Современное состояние овцеводства России и его научное обеспечение // Сельскохозяйственный журнал. 2014. №7.
3. Longton T., Hart E. Your sheep dog and its training. – 1969.
4. Moral R. A., Azevedo F. C. C., Verdade L. M. The use of sheepdogs in sheep production in southeastern Brazil //Pastoralism. – 2016. – Т. 6. – №. 1. – С. 18.
5. Wlodarczyk J. Of dogs and shepherds: sheepdog culture and the American pastoral //American Studies in Scandinavia. – 2015. – Т. 47. – №. 1. – С. 61-84.
6. Павлова, М.В. Пастушеское собаководство в России / Павлова М.В., Новопашина С.И., Санников М.Ю. // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2007. Т. 2. № 2-2. С. 53-55.
7. Collins B. C. Way of Life, A: Sheepdog Training, Handling and Trial-ling. – Old Pond Books, 1987.
8. Keil P. G. Human-sheepdog distributed cognitive systems: An analysis of interspecies cognitive scaffolding in a sheepdog trial //Journal of Cognition and Culture. – 2015. – Т. 15. – №. 5. – С. 508-529.
9. Kydd E., McGreevy P. Sex differences in the herding styles of working sheepdogs and their handlers //Plos one. – 2017. – Т. 12. – №. 9. – С. 84-92.
10. Kelley R. B. Sheepdogs. Their breeding, maintenance and training. – 1947.
11. Williams T. Working sheep dogs: A practical guide to breeding, training and handling. – Landlinks Press, 2007.
12. Storteig Horn S. et al. Genetic analyses of herding traits in the Border Collie using sheepdog trial data //Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2017. – Т. 134. – №. 2. – С. 144-151.
13. Urdank A. M. The rationalisation of rural sport: British sheepdog trials, 1873–1946 //Rural History. – 2006. – Т. 17. – №. 1. – С. 65-82.
14. Vyas N. Sheepdog Training and Trials: A Complete Guide for Border Collie Handlers and Enthusiasts. – Crowood, 2012.
15. Andersson I. Behaviour and heart rate in sheep when herded by Border collies with different background. – 2016.
16. Austin T. G. Breeding better sheepdogs. – 1991.

17. Iley T. Sheepdogs at Work: One Man and His Dogs. – McNidder & Grace, 2018.

18. Scrimgeour D. Talking Sheepdogs: Training your Working Border Collie. – MBI Publishing Company, 2008.

19. Баруздина, Е. С. Уровень сохранности пастушьего инстинкта у пастушьих пород собак, распространенных на территории Вологодской области / Е. С. Баруздина // Актуальные вопросы развития кинологии : Материалы II Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, Уссурийск, 21 апреля 2022 года. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 48-56.

20. Oma K. A. On the Fringe: Sheepdogs and Their Status within Bronze Age Ontologies in Scandinavia //Current Swedish Archaeology. – 2020. – Т. 28. – №. 1. – С. 99-120.

21. Siniscalchi M. et al. Relationship between motor laterality and aggressive behavior in sheepdogs //Symmetry. – 2019. – Т. 11. – №. 2. – С. 233.

22. Molloy S., Nadelman H. L. (ed.). Top Trainers Talk About Starting a Sheepdog. – Outrun Press, 2008.

References:

1. Voytyuk M. M., Machneva O. P. Current state of sheep farming in Russia *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Animal Husbandry], 2021, no. 4 (170), pp. (In Russian) – Text direct

2. Selionova M. I., Bagirov V. A. Current state of sheep farming in Russia and its scientific support. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], 2014, no. 7, pp. (In Russian) – Text direct

3. Longton T., Hart E. Your sheep dog and its training. Battle (Sussex), Alan Exley Ltd., 1969.76p. (In English) – Text direct

4. Moral R. A., Azevedo F. C. C., Verdade L. M. The use of sheepdogs in sheep production in southeastern Brazil. *Pastoralism*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 18. (In English) – Text direct

5. Wlodarczyk J. Of dogs and shepherds: sheepdog culture and the American pastoral. *American Studies in Scandinavia*, 2015, vol. 47, no.1, pp. 61-84. (In English) – Text direct

6. Pavlova M.V., Novopashina S.I., Sannikov M.Yu. Herding dog breeding in Russia. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva* [Proc. of the Stavropol Research Institute of Livestock and Feed Production], 2007, vol. 2, no. 2-2, pp. 53-55. (In Russian) – Text direct

7. Jones H. Glyn, Collins B. C. A Way of Life: Sheepdog Training, Handling and Trialling. Diamond Farm Book Pub., 1987. 192p. (In English) – Text direct

8. Keil P. G. Human-sheepdog distributed cognitive systems: An analysis of interspecies cognitive scaffolding in a sheepdog trial. *Journal*

of Cognition and Culture, 2015, vol. 15, no. 5, pp. 508-529. (In English) – Text direct

9. Kydd E., McGreevy P. Sex differences in the herding styles of working sheepdogs and their handlers. *Plos one*, 2017, vol. 12, no. 9, pp. 84-92. (In English) – Text direct

10. Kelley R. B. Sheepdogs. Their breeding, maintenance and training. Sydney: Halstead Press, 1947. 210p. (In English) – Text direct

11. Williams T. Working sheep dogs: A practical guide to breeding, training and handling. Landlinks Press, 2007, 283p. (In English) – Text direct

12. Storteig Horn S. et al. Genetic analyses of herding traits in the Border Collie using sheepdog trial data. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2017. vol. 12, no. 2, pp. 144-151. (In English) – Text direct

13. Urdank A. M. The rationalisation of rural sport: British sheepdog trials, 1873–1946. *Rural History*, 2006, vol. 17, no. 1, pp. 65-82. (In English) – Text direct

14. Vyas N. Sheepdog Training and Trials: A Complete Guide for Border Collie Handlers and Enthusiasts. The Crowood Press Publ., 2012. 208p. (In English) – Text direct

15. Andersson I. Behaviour and heart rate in sheep when herded by Border collies with different background. Animal Science, Degree Project in Animal Science. 2016. 45p. (In English) – Text direct

16. Austin T. G. Breeding better sheepdogs. Available at: <https://www.aaabg.org/livestocklibrary/1991/ab91098.pdf>. (In English) – Text electronic.

17. Iley T. Sheepdogs at Work: One Man and His Dogs. McNidder and Grace Publ., 2019. 136p. (In English) – Text direct

18. Scrimgeour D. Talking Sheepdogs: Training your Working Border Collie. MBI Publishing Company, 2008. 128p. (In English) – Text direct

19. Baruzdina E. S. The level of preservation of the herding instinct in herding dog breeds common in the Vologda region. *Materialy II Vserossiyskoy (Natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye voprosy razvitiya kinologii»* [Proc. of the 2nd All-Russian (National) Scientific and Practical Conf. «Current issues in the development of cynology»]. Ussuriysk, 2022, pp. 48-56. (In Russian) – Text direct

20. Oma K. A. On the Fringe: Sheepdogs and Their Status within Bronze Age Ontologies in Scandinavia. *Current Swedish Archaeology*, 2020, vol. 28, no. 1, pp. 99-120. (In English) – Text direct

21. Siniscalchi M. et al. Relationship between motor laterality and aggressive behavior in sheepdogs. *Symmetry*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 233. (In English) – Text direct

22. Molloy S., Nadelman H. L. (ed.). Top Trainers Talk About Starting a Sheepdog. Outrun Press, 2008. 304p. (In English) – Text direct

Optimizing the speed of herd management in small sheep farms using different sheepdog breeds

Baruzdina Elena Sergeevna, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Associate Professor

e-mail: vologda-agility@mail.ru

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

Keywords: sheepdogs, sheep breeding, flock management

Abstract: This study assesses the time spent on basic sheep management tasks for a flock of 20 sheep. Twenty trained dogs of four herding breeds, five each, have been divided into four experimental groups. Five volunteers performing the same tasks without a dog have been taken as a control group. As a result, it has taken the longest period of time for the control group to fulfill the tasks; some tasks have been partially completed or not completed at all. The participants in the experimental groups using herding dogs have completed the tasks faster than those in the control group. The only group working with border collies has completed all the tasks assigned during the experiment.

Возделывание рапса ярового в условиях Европейского Севера России

Прядильщикова Елена Николаевна, старший научный сотрудник
e-mail: lenka2305@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Вахрушева Вера Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
e-mail: vvesnina@mail.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Фриева Наталия Александровна, младший научный сотрудник, молодой учёный
e-mail: frieva.na@yandex.ru

Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Ключевые слова: рапс яровой, урожайность, сорт, гибриды, минеральные удобрения.

Аннотация. Рапс представляет собой перспективную кормовую культуру для российских регионов, в том числе и для Вологодской области. В связи с постоянным ростом экономической ценности рапса наблюдается увеличение заинтересованности в его семенах. Зеленая масса рапса и силос, изготовленный из нее, находят применение в качестве корма для животных. Продукты переработки рапса, такие как жмых и шрот, служат источником белковых и энергетических добавок в кормовых рационах. Посевные площади рапса ярового в Вологодской области за последние 5 лет увеличились практически в 6 раз. Выращивание рапса на семена требует комплексного подхода, где основную роль играет грамотный подбор сортов, совершенствование

технологий возделывания, сбалансированное питание растений и надежная защита от вредителей и болезней. В научной работе приведены результаты исследований, проведенных в 2024 году на опытном поле СЗНИИМЛПХ в Вологодской области. Урожайность семян на 1-м фоне минерального удобрения получена выше, чем на 2-м по всем испытываемым сортам. Наибольшая урожайность семян (2,54 т/га) получена у гибрида Миракль на 1-м фоне минерального удобрения. Содержание протеина в семенах изучаемых гибридов и сорта варьировалось от 22,5% до 27,1%, жира – от 30,7% до 34,4.

Введение

Уровень развития агропромышленного сектора оказывает непосредственное воздействие на способность региона самостоятельно обеспечивать себя продовольствием, а также на его политическую и экономическую стабильность. Сельское хозяйство обладает колоссальной значимостью в контексте снабжения граждан высококачественными продуктами питания, кормами для животных, а также поддержания экологического равновесия [1]. Наиболее крупной и многогранной отраслью сельского хозяйства, оказывающей значительное влияние на состояние и развитие животноводства и растениеводства, является кормопроизводство [2, 3]. История отечественного научного кормопроизводства охватывает период, превышающий два века. Начальные исследования, содержащие сведения о дикорастущих кормовых культурах на территории России, принадлежат академикам П.С. Палласу, И.И. Лепехину и ботанику И.П. Фальку. Исследования, посвященные оптимальному использованию сенокосов и пастбищ, а также разработке технологий кормопроизводства, нашли свое отражение в учебниках по луговодству и кормопроизводству, написанных такими авторами, как Л. А. Чугунов, И. В. Ларин, Н. Г. Андреев, В. А. Тюльдюков, Д. А. Иванов, И. П. Минина, Н. С. Конюшков, П. П. Бегучев, Л. П. Косяненко, Н. В. Парахен, И. В. Кобозев, И. В. Горбачев, Н. Н. Лазарев и С. С. Михалев [4]. Актуальные задачи кормопроизводства включают в себя повышение энерго- и экономической эффективности, что достигается путем внедрения цифровых технологий и расширения использования разнообразных кормовых культур, в частности, злаково-бобовых травосмесей. Важным аспектом является импортозамещение в сфере производства кормовых добавок, витаминов, ферментов, аминокислот и других необходимых компонентов. Параллельно ведется исследование средообразующей роли кормовых культур, что является фундаментом для формирования устойчивых агрофитоценозов и общего роста продуктивности растениеводства [5, 6, 7].

Совершенствование выпуска кормов с высокой питательной ценностью в сочетании с поддержанием здорового состояния растений

с помощью методов, гарантирующих экологическую безопасность продукции и сохранение почвенного плодородия, ведет к росту конкурентоспособности аграрного сектора и, как результат, содействует разрешению вопроса продовольственной безопасности [8, 9].

Агропромышленный комплекс Вологодской области характеризуется существенным потенциалом и резервами, эффективное использование которых играет важную роль в снабжении продовольствием Европейского Севера России (далее ЕСП) [10, 11].

Вологодская область, находящаяся на Европейском севере Российской Федерации, выделяется своим уровнем развития среди других территорий. Она благодаря своему более южному положению в умеренном климатическом поясе и, следовательно, обильному поступлению солнечного тепла (в среднем за год 74 б. кал /см²), занимает первое место по размерам посевных площадей среди субъектов Европейской части России [12, 13, 14]. Объем производства продукции растениеводства Вологодской области во всех категориях хозяйств в 2023 году составил 13,4 млрд рублей, индекс производства продукции растениеводства к аналогичному периоду 2022 года – 103,0% (в сопоставимых ценах).

По состоянию на 2023 г. посевная площадь в хозяйствах всех категорий Вологодской области составила 333,5 тысяч гектаров. Необходимо отметить, что в исследуемом периоде (2016-2023 гг.) наблюдалась отрицательная динамика изменения посевных площадей регионов Европейского Севера (таблица 1).

Таблица 1 – Посевные площади сельскохозяйственных культур субъектов ЕСП, тыс. га

Территория	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023 к 2016 г., %	2023 к 2022 г., %
Архангельская область	70,95	70,94	69,34	66,01	65,58	66,14	61,4	57,9	81,6	94,3
Вологодская область	364,98	355,1	355,85	350,78	342,31	344,56	333,1	333,5	91,4	100
Мурманская область	6,91	6,88	7,13	6,85	6,87	6,04	5,4	4,9	70,9	90,7
Республика Карелия	30,51	30,38	30	31,09	27,86	24,75	23,8	23,6	77,4	99,2
Республика Коми	37,12	37,21	37,18	37,08	34,88	32,65	25,6	25,4	68,4	99,2
Ненецкий автономный округ	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	71,4	100

Источник: Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). URL: www.fedstat.ru

Как видно на рисунке 1, в 2023 году в Вологодской области лидирующую позицию в структуре посевных площадей стабильно занимали кормовые культуры (68,5% или 228,5 тыс. га). Именно от их урожайности напрямую зависит поддержание продуктивного потенциала и здоровья сельскохозяйственных животных, а также качество производимой животноводческой продукции.



Рисунок 1 – Структура посевных площадей Вологодской области в 2023 г., %

Анализ данных свидетельствует о сокращении посевных площадей, отведённых под кормовые культуры в Российской Федерации в период с 2016 по 2023 год, как это отражено в таблице 2. Наблюдается тенденция к уменьшению данного показателя. В Вологодской области в 2017 году произошло уменьшение данного показателя на 3,6 тыс. га, в 2018 г. зафиксирован его рост на 10,2 тыс. га, в 2019 году посевные площади под кормовыми культурами сократились на 4,9 тыс. га, а в 2020 году увеличились на 8,8 тыс. га. Начиная с 2021 года, прослеживается тенденция к уменьшению площадей, отведённых под посевы кормовых культур. Исключением стал 2023 год, когда наблюдался незначительный подъём этого показателя (на 2,9 тысячи гектаров по сравнению с предыдущим годом). Обеспечение стабильного развития животноводства невозможно без сохранения и расширения посевных площадей под кормовые культуры. В связи с этим особенно важно уделять пристальное внимание выбору видов и сортов культур, ориентируясь на их урожайность.

Таблица 2 – Посевные площади под кормовыми культурами в РФ и в Вологодской области, тыс. га

Территория	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023 к 2016 г., %	2023 к 2022 г., %
Российская Федерация	16424,9	16342,3	16123,8	15417,0	14751,1	13853,3	13177,0	13002,0	79,2	98,7
Вологодская область	228,0	224,4	234,6	229,7	238,5	236,0	225,6	228,5	100,2	101,3

Источник: Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). URL: www.fedstat.ru, «Вологодская область в цифрах.2024»: крат. стат. сб.», Вологдастат.2025, «Статистический ежегодник Вологодской области» за 2013-2023 гг.

Среди кормовых культур, перспективных для России и Вологодской области, выделяется рапс. Это одна из наиболее значимых масличных культур, получаемое из нее масло характеризуется пониженным содержанием эруковой кислоты. Увеличение хозяйственной значимости рапса год за годом приводит к росту спроса на его семена. Зеленую массу и силос из нее используют как корм. Отходы производства, такие как жмых и шрот, обеспечивают рацион высокобелковыми и энергетическими добавками [15]. Неоценима польза рапса как медоноса: его цветение обеспечивает сбор до 80 кг меда с гектара. Кроме того, необходимо отметить, что выращивание рапса способствует заметному улучшению структуры почвы. Корневая система рапса путем разрушения почвенных капилляров поддерживает почву в рыхлом состоянии. Рапс посредством корневых выделений осуществляет санитарную функцию в почве, а также инициирует процесс перевода фосфорных соединений из труднодоступных в доступные для растений формы [16, 17]. Таким образом, расширение посевных площадей рапса в Вологодской области обоснованно и имеет важное как экономическое, так и агротехническое значение.

Уже несколько лет подряд Красноярский край лидирует в России по объемам производства рапса. За последнее десятилетие объемы выращивания этой культуры в регионе возросли почти в восемнадцать раз: с 23 тысяч тонн в 2004 году до 404 тысяч тонн в 2023 году. В 2023 году наблюдался значительный рост доли некоторых регионов Центрального федерального округа, особенно Брянской, Орловской и Тульской областей. Лидерами по итогам года стали Красноярский край, Орловская область, Краснодарский край, Алтайский край и Кемеровская область (рисунок 2). В 2023 году доля топ-10 регионов России составила 62 % от общего производства.

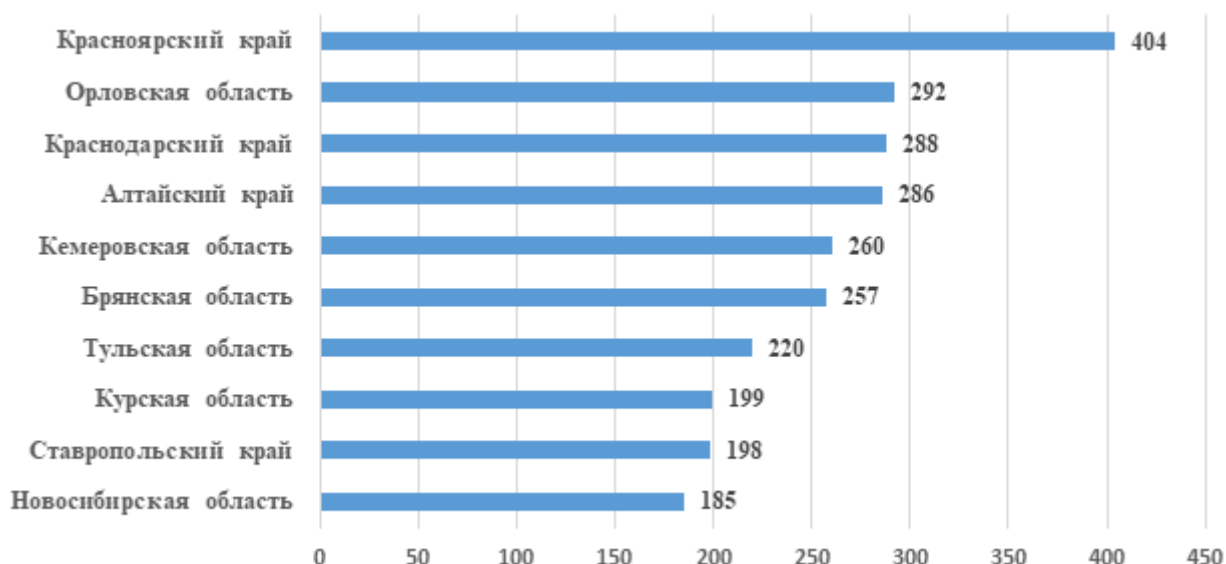


Рисунок 2 – Топ-10 регионов России по валовому сбору рапса в 2023 г, тыс. т.

Следует отметить высокую экономическую эффективность выращивания рапса. По данным «Ruseed», в ноябре 2023 года рентабельность данной культуры составила 43,9%, что превышает показатели рентабельности сои на 14,1%, пшеницы - на 30,2%, подсолнечника - на 31,9%.

Посевные площади под яровым и озимым рапсом в России в 2024 году достигли 2,7 млн. гектаров, продемонстрировав рост на 29,3% по сравнению с предыдущим годом. Зафиксировано увеличение удельного веса рапса в общем объеме производства масличных культур. В Вологодском округе отмечен существенный рост посевов рапса сельхозпредприятиями – площади увеличились почти в два раза по сравнению с 2023 годом. Стимулом для увеличения посевных площадей рапса в Вологодском округе стало строительство цеха по переработке семян, производительность которого составит 20 тонн в сутки. Предприятия заблаговременно позаботились о сырьевой базе для строящегося цеха, заключив предварительные договоры на поставку необходимого сырья к сроку его ввода в эксплуатацию, приуроченному к уборке урожая. За последние 10 лет валовой сбор семян рапса в России увеличился более чем в три раза, и в 2023 году он превысил 4 млн т. Итоги 2023 года показали, что под яровой рапс было отведено 1,58 млн гектаров, в результате удалось получить валовой сбор в размере 2,76 млн т., при этом средняя урожайность составила 17,8 ц/га. Рассматривая данные о посевных площадях ярового рапса в России и Вологодской области, отраженные в таблице 3 и рисунках 3, 4, можно констатировать значительное увеличение этих площадей в 2023 году по сравнению с 2016 годом, в масштабах РФ наблюдается почти двукратный рост, а в Вологодской области этот показатель увеличился почти в десять раз. В 2017 году наблюдалось снижение посевных площадей ярового рапса

как в целом по России, так и в Вологодской области, относительно предыдущего года. В 2018 г. выявлен рост данного показателя. Анализ данных за 2019-2020 годы выявил заметное снижение общих посевных площадей ярового рапса по всей России, составившее 205,93 тыс. га в 2020 году по сравнению с уровнем 2018 года. В то же время в Вологодской области наблюдается положительная динамика: посевные площади ярового рапса здесь увеличились на 0,97 тыс. га. Наблюдается устойчивый рост посевных площадей ярового рапса в России в период 2021-2022 гг. В 2022 году этот показатель увеличился на 584,88 тыс. га по сравнению с 2020 годом. Аналогичная положительная динамика отмечается и в Вологодской области, где в 2022 году посевные площади ярового рапса выросли на 1,38 тыс. га по сравнению с 2020 годом. В 2023 году прослеживается значительное сокращение посевных площадей рапса, при этом в России сокращение составило 10,3 %, а в Вологодской области – 21,7 %.

Таблица 3 – Посевные площади рапса ярового в РФ и в Вологодской области, тыс. га

Территория	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023 к 2016 г., %	2023 к 2022 г., %
Российская Федерация	881,52	851,33	1386,86	1356,69	1180,93	1409,18	1765,81	1583,87	в 1,8 раз	89,7
Вологодская область	0,2	0	0,09	0,33	1,06	2,09	2,44	1,91	в 9,6 раз	78,3

Источник: Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС).

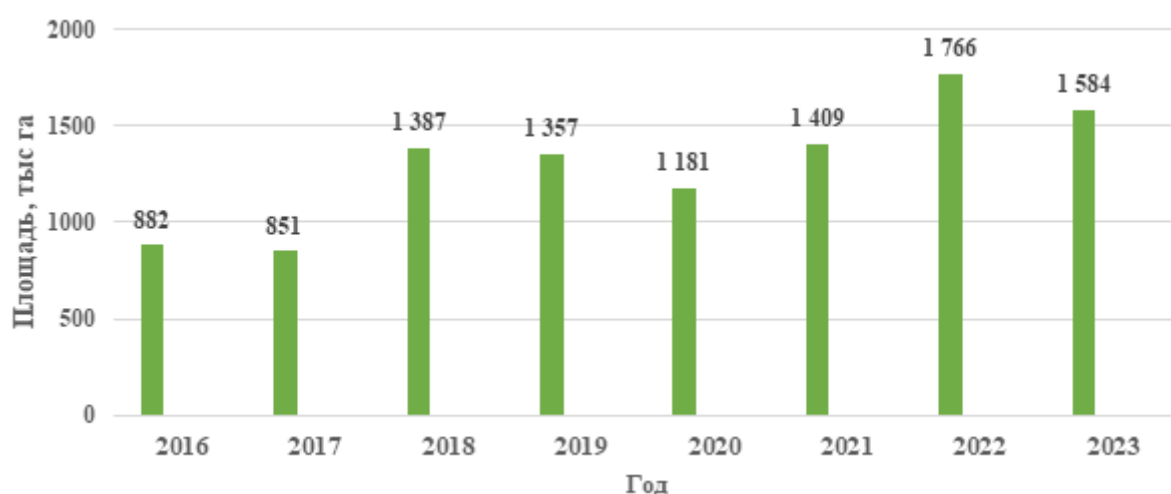


Рисунок 3 – Посевные площади рапса ярового в РФ, тыс.га

В 2017 году урожайность данной культуры в России выросла на 3,3 центнера с гектара по сравнению с предыдущим годом. Однако в

В 2018 году наблюдалось падение урожайности рапса на 2,1 ц/га. В 2019 году урожайность вновь начала расти, и эта тенденция сохранилась в 2020 году, показав прирост в 3,9 ц/га относительно уровня 2018 года. В 2021 году урожайность рапса в России снизилась на 1,2 центнера с гектара по сравнению с 2020 годом. Однако, начиная с 2022 года, наблюдается устойчивый рост: к 2023 году урожайность увеличилась на 5,2 центнера с гектара, достигнув 20,3 центнера с гектара.

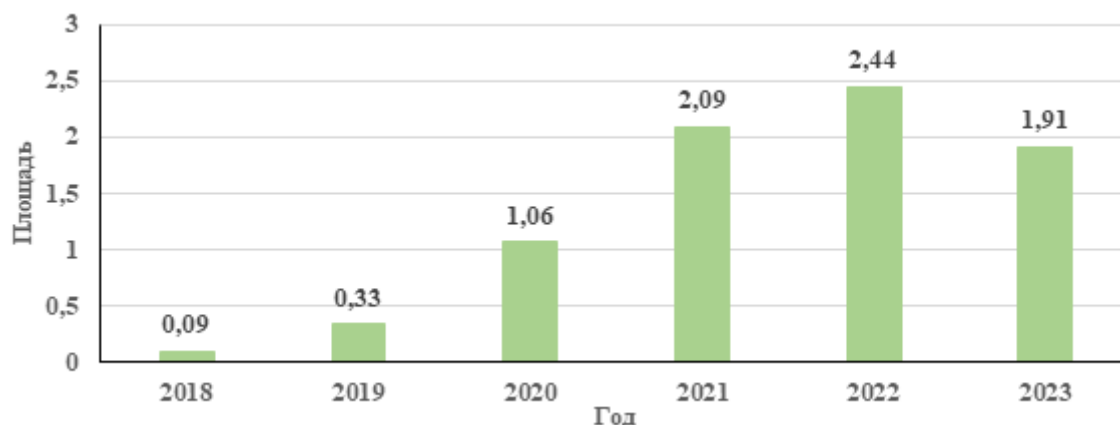


Рисунок 4 – Посевные площади рапса ярового в Вологодской области, тыс. га

В 2023 году урожайность этой культуры в Вологодской области достигла уровня, в 4,8 раза превышающего показателя 2016 года. В 2019 году был отмечен существенный рост урожайности рапса, составивший 30,2 ц/га относительно 2016 года. Однако в 2020-2021 годах наблюдалось значительное снижение данного параметра. Так, в 2021 году урожайность упала на 18,8 ц/га по сравнению с показателем 2019 года. В период с 2022 по 2023 год прослеживается позитивная тенденция к увеличению урожайности рапса.

В связи с увеличивающимися площадями рапса ярового на территории Вологодской области, на опытном поле СЗНИИМЛПХ также проводились эксперименты по его изучению.

Целью наших исследований стало изучение адаптационного потенциала сорта и гибридов ярового рапса в условиях Европейского Севера России (на примере Вологодской области).

Материалы и методика исследований

В мае 2024 года была проведена закладка научного опыта на поле СЗНИИМЛПХ - обособленного подразделения ФГБУН «Вологодский научный центр РАН», расположенном в д. Дитятьево, на осушенной пашне. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, средней окультуренности с рН – 5,2, с содержанием подвижного фосфора (P_2O_5) – 217 мг/кг почвы, обменного калия (K_2O) – 157 мг/кг почвы, гумуса – 2,2%. Исследования включали проведение полевого опыта в соответствии с методикой ВНИИ кормов.

Деляночный опыт по изучению гибридных сортов ярового рапса включал 6 вариантов в 4-х кратной повторности (таблица 4). Опыт экспериментального характера 2-факторный. Первый фактор – это сорт и гибриды рапса, второй – фоны удобрений. Число основных вариантов – 3. Изучались сорт и гибриды ярового рапса: Фаворит, Миракль, Цебра КЛ на двух фонах минеральных удобрений: 1 фон - аммиачная селитра - 2 ц/га, сульфат аммония - 1 ц/га, азофоска (15:15:15+ S10) - 1,5 ц/га; 2 фон - аммиачная селитра - 2 ц/га, диаммофоска - 2 ц/га. Норма высева семян: Миракль-3,6 кг/га, Цебра КЛ – 3,2 кг/га; Фаворит – 6,8 кг/га.

Таблица 4 – Схема полевого опыта

Фон минерального удобрения	Сорт (гибрид) рапса ярового		
Фон 1: ✓ аммиачная селитра 2 ц/га ✓ сульфат аммония 1 ц/га ✓ азофоска (15:15:15+ S10) 1,5 ц/га	Фаворит	Цебра КЛ	Миракль
Фон 2: ✓ диаммофоска 2 ц/га ✓ аммиачная селитра 2 ц/га.			

Фаворит (2018) – сорт ярового рапса (*Brassica napus var.napus*). Сорт 00 типа (безэруковый, низкоглюкозинолатный). Среднеспелый. Для возделывания на семена и зелёный корм. Время цветения среднее. Вегетационный период 94-101 день

Цебра КЛ (2018) – гибрид ярового рапса (*Brassica napus var. napus*). Гибрид 00 типа (безэруковый, низкоглюкозинолатный). Среднеспелый. Устойчив к растрескиванию. Время цветения раннее - среднее. Вегетационный период 98 дней.

Миракль (2014) – гибрид рапса ярового (*Brassica napus var. napus*). Гибрид 00-типа (безэруковый, низкоглюкозинолатный). Устойчив к полеганию и растрескиванию стручков. Среднеранний. Начало цветения ранее. Вегетационный период - 94 дня.

В течение вегетационного периода осуществлялись регулярные наблюдения за фенологией растений, их ростом и развитием.

При учёте урожая отбирались образцы семян и анализировались на основные показатели в лаборатории химического анализа ЦКП «Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства имени А.С. Емельянова».

Агрометеорологические условия в течение вегетационного периода в 2024 году представлены в таблице 5.

Таблица 5– Агрометеорологические условия вегетационного периода 2024 года

	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Фактическая среднемесячная температура, °С	+9,3	+18,1	+19,5	+16,3	+14,4
Среднегодовалая температура, °С	+10,9	+15,2	+17,7	+15,1	+9,8
Отклонение от среднегодового значения, °С	-1,6	+2,6	+1,8	+1,2	+4,6
Выпало осадков, мм	47,0	109,0	39,0	35,0	27,0
Норма суммы осадков, мм	48,0	63,0	74,0	71,0	55,0
Процент от среднегодовой суммы осадков, %	98	224	52	49	49
Рассчитано на основании данных Вологодской станции гидрометцентра					

В целом вегетационный период 2024 года был теплее среднегодовых значений, за исключением мая (-1,6°С), с редкими ливневыми дождями (до 22 мм). Гидротермические условия вегетационного периода в основном позволили реализовать потенциал формирования урожая в полной мере.

Результаты исследований

Начало появления всходов у высеянных гибридных сортов отмечено на 7-й день после посева. Полные всходы у них сформировались на 10-12 день после посева.

Высота растений варьировалась в зависимости от гибрида и технологических приемов (таблица 6).

Таблица 6 – Высота растений рапса ярового

Сорт (гибрид) рапса	Средняя высота рапса перед уборкой, см	
	Фон 1	Фон 2
Миракль	128	133
Цебра КЛ	127	131
Фаворит	120	123

В сложившихся климатических условиях 2024 года растения развивались в первый месяц медленно. Перед уборкой высота рапса ярового на 5 сентября в среднем составила от 120 до 133 см.

Анализ урожайности различных гибридов и сорта в разрезе двух фонов демонстрирует следующие результаты (рисунок 5).

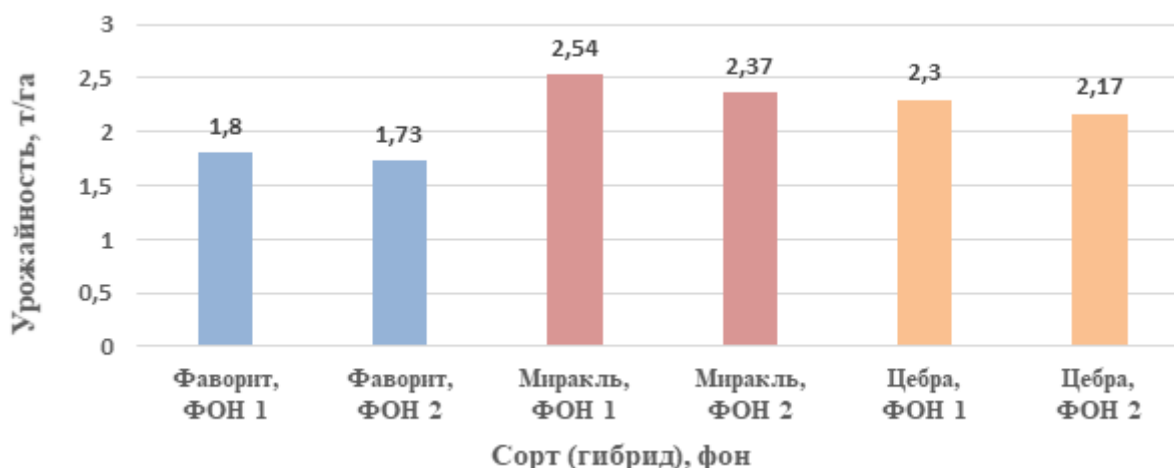


Рисунок 5 – Урожайность семян рапса ярового, т/га

В ходе исследований оценивалась урожайность семян ярового рапса — сорта Фаворит и гибридов Миракль и Цебра – на двух фонах минерального питания.

Сорт показал относительно стабильную, но невысокую урожайность от 1,73 до 1,8 т/га. Реакция на изменение фона слабая 0,07 т/га (изменение на 3,9%).

Разница между фонами у гибрида Миракль составляет 0,17 т/га (изменение на 6,7 %), у Цебра КЛ – 0,13 т/га (на 5,7 %). Гибриды превзошли сорт Фаворит: на фоне 1 – на 0,5-0,74 т/га (+28-41%), на фоне 2 — на 0,44-0,64 т/га (+25-37 %).

Для корректной интерпретации различий между образцами критически важно сопоставить полученные различия с величиной наименьшей существенной разности (НСР). Если разница между урожайностями превышает НСР, она считается статистически значимой (т. е. обусловлена генотипом или фоном, а не случайной вариабельностью). В данном опыте $НСР_{05} = 0,17$ т/га. Различия между Миракль и Фаворит (0,74 и 0,64 т/га) значимы на обоих фонах, между Цебра и Фаворит (0,50 и 0,44 т/га) также значимы. Разница между Миракль и Цебра составляет 0,24 т/га (фон 1) и 0,20 т/га (фон 2) – оба значения превышают НСР, т. е. гибрид Миракль достоверно продуктивнее Цебры.

В целом, наблюдается разница в урожайности между различными сортами и гибридами, а также вариативность показателей на разных фонах. Эти данные говорят о важности учета сортовых особенностей и условий выращивания для достижения максимальной урожайности.

Семена рапса имеют своеобразный химический состав, что выделяет его среди семян большинства прочих масличных культур (табл.7).

Таблица 7 – Содержание питательных веществ в семенах рапса ярового

Сорт (гибрид) рапса	Фон	Протеин, %	Жир, %
Фаворит	Фон 1	27,05	36,2
	Фон 2	26,69	37,6
Цебра КЛ	Фон 1	25,94	37,0
	Фон 2	25,06	37,9
Миракль	Фон 1	23,81	38,4
	Фон 2	22,54	38,9

В таблице представлены данные о содержании протеина и жира в различных сортах (гибридах) рапса, выращенных на двух различных фонах минерального питания (Фон 1 и Фон 2). Анализ проводился для сорта Фаворит и гибридов Цебра КЛ, Миракль. Содержание протеина в семенах сорта Фаворит варьировалось от 26,69% до 27,05%, в зависимости от фона выращивания. Содержание жира колебалось от 36,2% до 37,6%. Цебра КЛ продемонстрировал содержание протеина от 25,06% до 25,94% в зависимости от фона. Содержание жира варьировалось от 37,0% до 37,9%. Содержание протеина в семенах гибрида Миракль оказалось самым низким среди исследованных сортов и составляло от 22,54% до 23,81%. При этом, содержание жира в этом гибриде было наиболее высоким и находилось в диапазоне от 38,4% до 38,9%.

Потенциал по содержанию жира у семян этих гибридов и сорта выше. Азотные удобрения усиливают синтез белков, в результате чего количество белков в семенах повышается, а содержание жиров снижается.

Выводы

Выращивание рапса на семена требует комплексного подхода, где основную роль играет грамотный подбор сортов, совершенствование технологий возделывания, сбалансированное питание растений и надежная защита от вредителей и болезней. Как культура, предъявляющая высокие требования к условиям произрастания, рапс нуждается во внимательном отношении к климатическим особенностям региона, выборе оптимальных сортоформ и строгом соблюдении агротехнических нормативов для достижения максимальной урожайности.

За 2024 год урожайность семян на 1-м фоне минерального удобрения получена выше, чем на 2-м по всем испытываемым сортам. Наибольшая урожайность семян (2,54 т/га) получена у гибрида Миракль на 1-м фоне минерального удобрения. Содержание протеина в семенах изучаемых гибридов и сорта варьировалось от 22,5% до 27,1%, жира – от 36,2 до 38,9%.

Литература:

1. Ускова, Т.В. Агропромышленный комплекс региона: состояние, тенденции, перспективы: монография / Т.В. Ускова, Р.Ю. Селименков, А.Н. Чекавинский // – Вологда: ИСЭРТ РАН. – 2013. – 136 с.
2. Косолапов, В. М. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России / В. М. Косолапов, В. И. Чернявских, С. И. Костенко // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3-8. – EDN VEFYUB.
3. Чернышева, О. О. Изучение различных сортов ярового рапса, выращиваемых на зеленую массу и зерно в условиях Вологодской области / О. О. Чернышева, В. В. Вахрушева, Е. Н. Прядильщикова // АгроЗооТехника. – 2023. – Т. 6, № 1. – DOI 10.15838/alt.2023.6.1.3. – EDNEVHIOQ.
4. Парахин, Н. В. Кормопроизводство: учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / Н. В. Парахин, И. В. Кобозев, И. В. Горбачев и др. — М.: КолосС. – 2006. – 432 с.
5. Материально-техническое обеспечение сельского хозяйства: состояние, проблемы, направления совершенствования / Г. П. Захарова, И. Н. Сафиуллин, Л. И. Рахматуллина, Е. П. Огородникова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19, № 3(75). – С. 105-111. – DOI 10.12737/2073-0462-2024-105-111. – EDN JPXDXU.
6. Чеботарев, Н. Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность однолетних трав в кормовом севообороте Европейского Севера / Н. Т. Чеботарев, О. В. Броварова // Агрохимия. – 2023. – № 3. – С. 53-59. – DOI 10.31857/S0002188123030031. – EDN KNNMUP.
7. Анализ сортового ассортимента ячменя ярового на кормовые цели / В. В. Вахрушева, О. В. Чухина, Е. Н. Прядильщикова [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 1(57). – С. 26-38. – DOI 10.52231/2225-4269_2025_1_26. – EDN AJOFPZ.
8. Косолапов, В.М. Кормопроизводство - основа органического сельского хозяйства России / В.М. Косолапов, С.А. Отрошко // Вестник ВНИИМЖ ежеквартальный научный журнал. – 2019. – № 2(34). – С. 60 – 66.
9. Шкодина, Е. П. Агроэкологические испытания нетрадиционных для Новгородского региона однолетних кормовых культур для укрепления кормовой базы в Нечерноземной зоне / Е. П. Шкодина, О. В. Балун // Аграрная наука. – 2023. – № 1. – С. 56-60. – DOI 10.32634/0869-8155-2023-366-1-56-60. – EDN GYKJEZ.
10. Роль многолетних бобовых трав в биологизации земледелия и развитии кормопроизводства Дальнего Востока / Е. П. Иванова, В.

А. Чувилина, О. И. Хасбиуллина, И. В. Беркаль // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 10. – С. 41-46. – DOI 10.53859/02352451_2023_37_10_41. – EDN EPQBZL.

11. Основные тренды роста регионального сельского хозяйства: от объемов к устойчивости / Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев, Л. Ф. Ситдикова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19, № 1(73). – С. 117-123. – DOI 10.12737/2073-0462-2024-117-123. – EDN HZYKSE.

12. Фриева, Н.А. Проблемы реализации производственного потенциала сельского хозяйства субъектов Европейского Севера России / Н.А. Фриева // Вопросы территориального развития. – 2018. – № 5 (45).

13. Прядильщикова, Е. Н. Продуктивные травостои пастбищного использования для условий Вологодской области / Е. Н. Прядильщикова, В. В. Вахрушева, О. О. Чернышева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 1(70). – С. 130-139. – DOI 10.31677/2072-6724-2024-70-1-130-139. – EDN JUMAYF.

14. Рациональная структура посевных площадей и питание растений как основа кормопроизводства агропредприятия / А. И. Демидова, О. В. Чухина, А. Л. Бирюков [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 4(52). – С. 40-53. – DOI 10.52231/2225-4269_2023_4_40. – EDN NCDFXK.

15. Баюров, Л.И. Рапс - культура будущего / Л.И. Баюров // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – №167(03).

16. Володина, Е. Н. Влияние птичьего помета на урожайность и структуру урожая ярового рапса / Е. Н. Володина, В. И. Титова, Д. А. Кириллова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 2. – С. 216-226. – DOI 10.30766/2072-9081.2024.25.2.216-226. – EDN JVZCRW.

17. Богатырева Е.В., Фоменко П.А. Химический состав рапса ярового, выращенного в условиях Вологодской области, и продуктов его переработки // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. – № 4.

References:

1. Uskova T. V., Selimenkov R. Yu., Chekavinskiy A. N. *Agropromyshlennyy kompleks regiona: sostoyanie, tendentsii, perspektivy: monografiya* [The Agro-Industrial Complex of the Region: State, Trends, and Prospects: Monograph]. Vologda, ISEPT RAN Publ., 2013. 136 p. (In Russian) – Text direct

2. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. Current state and challenges for the feed production industry in Russia. *Kormoproizvodstvo* [Feed Production], 2022, no. 10, pp. 3-8. (In Russian) – Text electronic. EDN VEFYUB

3. Chernysheva O. O., Vakhrusheva V. V., Pryadil`shchikova E. N. Study of various varieties of spring rape grown for green mass and grain under the conditions of the Vologda Region. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2023, v. 6, no. 1. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15838/alt.2023.6.1.3. EDNEVHIOQ

4. Parakhin N. V., Kobozev I. V., Gorbachev I. V., et al. *Kormoproizvodstvo: uchebniki i ucheb. posobiya dlya studentov vyssh. ucheb. zavedeniy* [Feed Production: Textbooks and Study Guides for Students of Higher Educational Institutions]. Moscow, KolosS Publ., 2006. 432 p. (In Russian) – Text direct

5. Zakharova G. P., Safiullin I. N., Rakhmatullina L. I., Ogorodnikova E. P. Material and technical support for agriculture: state, problems, and directions for improvement. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2024, v. 19, no. 3(75), pp. 105-111. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-105-111. EDN JPXDXY

6. Chebotarev N. T., Brovarova O. V. The effect of long-term application of organic and mineral fertilizers on the agrochemical properties of sod-podzolic soil and the productivity of annual grasses in the fodder crop rotation of the European North. *Agrokhimiya* [Agricultural Chemistry], 2023, no. 3, pp. 53-59. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31857/S0002188123030031. EDN KNNMUP.

7. Vakhrusheva V. V., Chukhina O. V., Pryadil`shchikova E. N., et al. Analysis of the varietal assortment of spring barley for fodder purposes. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2025, no. 1(57), pp. 26-38. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.52231/2225-4269_2025_1_26. EDN AJOFPZ

8. Kosolapov V. M., Otroshko S. A. Fodder production is the basis of organic agriculture in Russia. *Vestnik VNIIMZH ezhekvartal'nyy nauchnyy zhurnal* [Bulletin of VNIIMZh, Quarterly Scientific Journal], 2019, no. 2(34), pp. 60 – 66. (In Russian) – Text direct

9. Shkodina E. P., Balun O. V. Agroecological testing of unconventional annual fodder crops for the Novgorod Region to strengthen the fodder base in the non-chernozem zone. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2023, no. 1, pp. 56-60. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-366-1-56-60. EDN GYKJEZ

10. Ivanova E. P., Chuvilina V. A., Khasbiullina O. I., Berkal` I. V. The role of perennial legume grasses in the biologization of agriculture and development of fodder production of the Far East. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex], 2023, v. 37, no. 10, pp. 41-46. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_10_41. EDN EPQBZL

11. Mukhametgaliev F. N., Valiev A. R., Sitdikova L. F., et al. The main

trends in the growth of regional agriculture: from volume to sustainability. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2024, v. 19, no. 1(73), pp. 117-123. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-117-123. EDN HZYKSE

12. Frieva N. A. Problems of realizing the productive capacity of agriculture in the regions of the European North of Russia. *Voprosy territorial'nogo razvitiya* [Issues of Spatial Development], 2018, no. 5(45). (In Russian) – Text direct

13. Pryadil'shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Chernysheva O. O. Productive grass stands for grazing use in the Vologda Region. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* [Bulletin of NGAU (Novosibirsk State Agrarian University)], 2024, no. 1(70), pp. 130-139. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-70-1-130-139. EDN JUMAYF

14. Demidova A. I., Chukhina O. V., Biryukov A. L., et al. Rational structure of crop areas and plant nutrition as the basis for forage production of an agricultural enterprise. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 4(52), pp. 40-53. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.52231/2225-4269_2023_4_40. EDN NCDFXK

15. Bayurov L. I. Rapeseed is the future crop. . *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2021, no. 167(03). (In Russian) – Text direct

16. Volodina E. N., Titova V. I., Kirillova D. A. The influence of poultry manure on the yield and structure of spring rapeseed. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science Euro-North-East], 2024, v. 25, no. 2, pp. 216-226. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.2.216-226. EDN JVZCRW

17. Bogatyreva E. V., Fomenko P. A. Chemical composition of spring rape grown in the Vologda Region and products of its processing. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and Livestock Technology], 2022, v. 5, no 4. (In Russian) – Text direct

Cultivation of spring rape under the conditions of european north of russia

Pryadil`shchikova Elena Nikolaevna, a senior research worker

e-mail: lenka2305@mail.ru

North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A. S. Emel`yanov - a separate subdivision of Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Vakhrusheva Vera Viktorovna, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading research worker

e-mail: vvesnina@mail.ru

North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A. S. Emel`yanov - a separate subdivision of Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Frieva Nataliya Aleksandrovna, a junior research worker, a young researcher

e-mail: frieva.na@yandex.ru

North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A. S. Emel`yanov - a separate subdivision of Federal State Budgetary Institution of Science Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: spring rape, crop yield, variety, hybrids, mineral fertilizers.

Abstract. Rape is a promising fodder crop for Russian regions, including the Vologda Region. Due to the constant increase in the economic value of rape, there is a growing interest in its seeds. The green mass of rape and silage made from it are used as animal feed. Rape processing products, such as rapeseed cake and meal, serve as a source of protein and energy supplements in animal feed. The area planted with spring rapeseed in the Vologda Region has increased by almost six times over the past five years. Growing rape for seeds requires a comprehensive approach, which includes the careful selection of varieties, improvement of cultivation technologies, balanced nutrition of plants, and reliable protection against pests and diseases. The scientific paper presents the results of studies conducted in 2024 at the experimental field of North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming in the Vologda Region. The yield of seeds with the 1st background of mineral fertilizer has been higher than that with the 2nd background. The highest seed yield of 2.54 t/ha has been obtained from the Mirakl` hybrid with the 1st background of mineral fertilizer. The protein content in the seeds of the studied hybrids and varieties has ranged from 22.5% to 27.1%, and fat content has varied from 30.7% to 34.4%.

Влияние систем удобрения на разных фонах кислотности на урожайность и показатели качества зеленой массы вико-овсяной смеси

Ерегин Александр Владимирович, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

e-mail: al.eregin2018@yandex.ru

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

Вернодубенко Владимир Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: quercus45@mail.ru

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

Власова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора

e-mail: cool.vlasova2013@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

Ключевые слова: вико – овсяная смесь, системы удобрения, известкование, урожайность, качество зеленой массы, дерново-подзолистая почва

Аннотация. В длительном полевом опыте на дерново-подзолистой почве выявлено, что снижение кислотности пахотного слоя на 0,6–0,7 ед. $pH_{\text{сол}}$ под действием известкования увеличивает урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси на 8%. При этом снижается зависимость показателей качества зеленой массы от погодных условий. Применение органо-минеральной системы удобрения в дозе навоз КРС 50 т/га+N30P30K30 способствует получению урожайности зеленой массы, в зависимости от погодных условий от 32,3 до 47,1 т/га (в среднем по опыту +69% к варианту без удобрения). Вместе с тем, применение данной системы удобрения на почве с близкой к нейтральной реакцией среды (известкованной) обеспечивает выход сырого протеина на уровне 1,02 – 2,16 т/га в зависимости от погодных условий вегетационного периода.

Введение

Вико-овсяная смесь – важная кормовая смесь, возделываемая в хозяйствах, занимающихся молочным животноводством. Благодаря сочетанию бобового и злакового компонентов она способна обеспечить высокий уровень протеина в корме при хорошей биомассе.

Вместе с тем, поскольку в состав смеси входит бобовый компонент, данная культура способна накапливать биологический азот, за счет симбиотической азотфиксации вики (*Vicia sativa* L.). И тем самым, способствует обеспечению элементом питания овса. По некоторым данным, вика может накапливать до 40-70 кг/га биологического азота [1].

Вико-овсяная смесь может накапливать до 15-18% сырого протеина, при урожайности до 10-15 т/га с.в. [2-4].

В исследованиях, проведенных в различных почвенно – климатических условиях Нечерноземной зоны (основного региона молочного животноводства), доказана высокая эффективность систем удобрения, увеличивающих урожайность посевов вики – овсяной смеси более чем в 2 раза [5-8].

Результаты полевых опытов в северной части Нечерноземной зоны, на дерново-подзолистой почве показали, что известкование слабокислой почвы увеличивает выход зеленой массы с единицы площади вики-овсяной смеси на 13%, по сравнению с фоном без известкования [2].

Стоит отметить, что часть данных, приведенных в настоящей работе, ранее анализировалась в вышеприведенном источнике.

Однако в большинстве приведенных исследований изучались или только системы с минеральными удобрениями, в сравнении с контролем (без удобрений), либо несколько систем удобрений, но на одном фоне кислотности.

Между тем известно, что кислотность почвы оказывает значительное воздействие на качественные показатели зеленой массы вики – овсяной смеси [9].

Стоит отметить, что большинство результатов, по изменению урожайности и качества зеленой массы вики – овсяной смеси, получено в опытах длительностью 2-3 года. Что не является достаточным временным промежутком, способным нивелировать влияние агрометеорологических условий и оценить конкретное влияние непосредственно систем удобрения (или уровня плодородия почвы) [10].

Таким образом, цель исследования – оценка влияния систем удобрения на показатели качества вики – овсяной смеси на 2-х фонах кислотности пахотного слоя дерново-подзолистой почвы.

Объекты и методы исследования.

Исследования проводили на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА им. Н. В. Верещагина», в полевом длительном опыте, развернутом на 3 полях, с одинаковым чередованием культур в

севообороте и системами удобрения.

В данной статье представлены результаты I и II ротаций севооборота.

Почва на участке опыта – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Агрохимические параметры плодородия верхнего слоя почвы до закладки опыта были следующие: pH_{kcl} – 5,1-5,2 ед. (слабокислая реакция среды), гидролитическая кислотность (Нг) – 2,67 - 3,02 ммоль(экв.)/100 г. (близкие к нейтральным), сумма поглощенных оснований (S) – 13,8 – 15,7 ммоль(экв.)/100 г. (среднее содержание), содержание органического вещества - 2,77 -3,32 %, содержание фосфора (по Кирсанову) – 22,8-27,8 мг/100 г., содержание калия (по Кирсанову) – 12,0-13,1 мг/100 г. [11].

Вико – овсяная смесь была первой в севообороте, состоящем из следующих культур: вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень с подсевом клевера – клевер луговой – овес.

Сорт вики яровой в смеси «Льговская 22», сорт овса «Яков» (2020, 2022) и «Лев» (2015, 2016, 2017). Соотношение вики/овес в смеси составляло во все годы (%) – 40/60.

Площадь опытной делянки – 100 м², учетной – 80 м². Расположение вариантов опыта – систематическое.

В опыте изучали 4 системы удобрения (представленные дозы удобрений вносили под вико – овсяную смесь): 1) Органическую (навоз, 50 т/га) 2) Минеральную (N30P30K30) 3) 1-я органо-минеральная (навоз, 25 т/га + N15P15K15) 4) 2-я органо-минеральная (навоз, 50 т / га + N30P30K30).

Все системы удобрения исследовали на 2-х фонах кислотности: с внесением CaCO₃ (известкование) – 5,7-5,9 ед. pH_{kcl} и без применения карбоната кальция (без известкования) – 5,1 – 5,2 ед. pH_{kcl} .

Таким образом, опыт двухфакторный: фактор А – известкование, фактор В – системы удобрения.

Учет урожайности проводили в фазе начала созревания нижних бобов у вики, с одновременным отбором зеленой массы на химический анализ.

Азот в образцах зеленой массы определяли методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4—2019), в аккредитованной лаборатории ФГБУ ГЦАС «Вологодский». Азот в сырой протеин переводили при помощи коэффициента, равного 6,25. Содержание обменной энергии и кормовые единицы для зеленой массы однолетних трав рассчитывали в соответствии с уравнением, предложенным в «Методических указаниях для оценки качества и питательности кормов» [12].

Статистическую обработку данных проводили методом двухфакторного дисперсионного анализа при помощи статистического пакета MS Excel.

ГТК Селянинова вегетационного периода по годам исследования указаны в таблице 1.

Результаты и обсуждения.

Влияние систем удобрения и фона кислотности на урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы вико - овсяной смеси, в зависимости от систем удобрения и фона кислотности, т/га

Фактор В – системы удобрения	Годы	Фактор А – известкование					Среднее	
		Погодные условия	2015	2016	2017	2020		2022
			ГТК 1,4	ГТК 1,1	ГТК 2,2	ГТК 2,7		ГТК 1,5
1. Контроль (без удобрения)	б/и	19,9	24,8	25,0	22,5	23,4	23,1	
	с/и	20,5	27,0	31,9	23,0	20,0	24,5	
	среднее	20,2	25,9	28,5	22,8	21,7	23,8	
2. Органическая система	б/и	25,6	31,2	31,7	28,1	26,7	28,7	
	с/и	26,2	34,3	38,8	29,7	26,1	31,0	
	среднее	25,9	32,8	35,3	28,9	26,4	29,9	
3. Минеральная система	б/и	27,5	30,4	34,9	33,8	28,0	30,9	
	с/и	30,8	32,8	40,3	35,5	26,4	33,2	
	среднее	29,2	31,6	37,6	34,7	27,2	32,1	
4.1-я органо-минеральная система	б/и	28,3	34,3	36,7	37,3	32,4	33,8	
	с/и	30,3	38,1	42,3	37,3	31,9	36,0	
	среднее	29,3	36,2	39,5	37,3	32,2	34,9	
5.2-я органо-минеральная система	б/и	39,2	37,0	38,6	45,6	31,0	38,3	
	с/и	41,1	42,7	45,7	48,5	33,5	42,3	
	среднее	40,2	39,9	42,2	47,1	32,3	40,3	
НСР ₀₅ фактора А		1,6	1,5	1,4	Фф менее Fт	Фф менее Fт	1,4	
НСР ₀₅ фактора В		2,6	2,4	3,6	4,3	4,1	3,5	
НСР ₀₅ част.разл.		3,6	3,4	5,4	6,3	6,2	5,0	

б/и – без известкования ($pH_{kcl} = 5,1 - 5,2$ ед.), с/и – с известкованием ($pH_{kcl} = 5,7 - 5,9$ ед.)

Известкование благоприятно влияло на урожайность зеленой массы, обеспечив прибавку урожайности в среднем по годам исследования на уровне 8%.

Стоит сказать, что в 2020 и 2022 гг., не удалось зафиксировать статистически значимое различие в уровне урожайности между фонами кислотности почвы. Наибольшее различие в урожайности зеленой массы смеси между фонами кислотности почвы зафиксировали в 2017 году – 19%.

Действие систем удобрения на урожайность зеленой массы было более выраженным, чем действие кислотности почвы. Так, в среднем

за годы исследования, наибольшую прибавку урожая обеспечило применение 2 органо – минеральной системы удобрения (5 вариант): + 69% к варианту без удобрения (1 вариант, контроль).

Стоит отметить, что синергетический эффект от совместного применения органического и минерального удобрения проявлялся во все годы исследования, и в вариантах с органо – минеральными системами удобрения (4 и 5 вариант), урожайность всегда была стабильно выше, чем в вариантах, где минеральные и органические удобрения применяли раздельно (2 и 3 варианты).

Общеизвестно, что системы удобрения оказывают влияние на качественные характеристики культурных растений. Так, на уровень сырого протеина большое влияние оказывает обеспеченность растений азотом, уровень клетчатки в большинстве случаев не зависит от обеспеченности почвы питательными веществами, и скорее всего, определяется биологическими особенностями культур и погодными условиями [13,14,15]. Для более широкого обобщения влияния систем удобрения на некоторые качественные параметры зеленой массы, в таблице 2 приведены данные по 5 годам выращивания культуры.

Таблица 2 – Влияние систем удобрения и известкования на показатели качества зеленой массы вико-овсяной смеси

Фактор А- уровни кислотности (pH _{kcl})	Статистические параметры	Фактор В - Системы удобрения					Среднее по опыту
		1. Контроль (без удобрения)	2. Органическая система	3. Минеральная система	4. 1-я органо-минеральная система	5. 2-я органо-минеральная система	
Сырой протеин, %							
5,1-5,2 ед.	X _{min.}	9,9	11,1	11,2	11,8	13,2	11,4
	X _{max.}	17,4	18,9	18,8	18,6	18,8	18,5
	R	7,5	7,8	7,6	6,8	5,6	7,1
	X _{ср.}	12,8	13,6	14,2	14,7	14,9	14,0
5,7-5,9 ед.	X _{min.}	9,8	10,6	11,1	11,0	11,1	10,7
	X _{max.}	16,3	16,3	19,9	15,9	18,6	17,4
	R	6,5	5,7	8,8	4,9	7,5	6,7
	X _{ср.}	12,5	14,2	14,4	12,7	15,3	13,8
Ср. по фактору В.		12,7	13,9	14,3	13,7	15,1	-
Клетчатка, %							

5,1-5,2 ед.	$X_{\min.}$	24,1	21,6	20,2	21,4	22,5	22,0
	$X_{\max.}$	32,8	34,5	34,8	33,6	33,5	33,8
	R	8,7	12,9	14,6	12,2	11,0	11,8
	$X_{\text{cp.}}$	28,5	27,9	28,2	28,5	28,7	28,4
5,7-5,9 ед.	$X_{\min.}$	25,6	23,9	22,9	21,6	22,5	23,3
	$X_{\max.}$	32,1	33,4	34,2	37,7	36,1	34,7
	R	6,5	9,5	11,3	16,1	13,6	11,4
	$X_{\text{cp.}}$	28,9	28,4	28,8	29,3	29,7	29,0
Ср. по фактору В.		28,7	28,2	28,5	28,9	29,2	-
Обменная энергия, Мдж							
5,1-5,2 ед.	$X_{\min.}$	9,1	8,8	8,7	9,0	9,0	8,9
	$X_{\max.}$	10,7	11,1	11,4	11,1	11,0	11,1
	R	1,6	2,3	2,7	2,1	2,0	2,2
	$X_{\text{cp.}}$	9,9	10,0	9,9	9,9	9,8	9,9
5,7-5,9 ед.	$X_{\min.}$	9,2	9,0	8,8	8,2	8,5	8,7
	$X_{\max.}$	10,3	10,7	10,9	11,1	11,0	10,8
	R	1,1	1,7	2,1	2,9	2,5	2,1
	$X_{\text{cp.}}$	9,8	9,9	9,8	9,7	9,7	9,8
Ср. по фактору В.		9,9	9,9	9,9	9,8	9,8	-
Кормовые единицы, ед.							
5,1-5,2 ед.	$X_{\min.}$	0,67	0,63	0,62	0,65	0,65	0,64
	$X_{\max.}$	0,92	1,00	1,05	1,01	0,97	0,99
	R	0,25	0,37	0,43	0,36	0,32	0,35
	$X_{\text{cp.}}$	0,79	0,81	0,80	0,79	0,79	0,80
5,7-5,9 ед.	$X_{\min.}$	0,69	0,65	0,63	0,55	0,59	0,62
	$X_{\max.}$	0,87	0,93	0,96	1,00	0,97	0,95
	R	0,18	0,28	0,33	0,45	0,38	0,33
	$X_{\text{cp.}}$	0,78	0,80	0,79	0,77	0,76	0,78
Ср. по фактору В.		0,78	0,80	0,79	0,78	0,77	-

$X_{\min.}$ – минимальное значение за 5 лет, $X_{\max.}$ – максимальное значение за 5 лет, $X_{\text{cp.}}$ – среднее, R – размах варьирования

Как указано выше, уровень сырого протеина в большей степени зависит от обеспеченности азотом растений, и в опыте проявилось в увеличении показателя от варианта без удобрения (1 вариант) к варианту с максимальной дозой азота (5 вариант).

Различие в содержании сырого протеина между этими вариантами,

в опыте составило: на известкованном фоне -16% (относительные единицы), на фоне известкования – 22% (относительные единицы).

Причем, стоит отметить, что на фоне кислотности почвы с pH_{kcl} 5,7 -5,9 ед., размах варьирования между крайними значениями показателя был ниже, чем на слабокислом фоне реакции почвенной среды (pH_{kcl} 5,1 -5,2 ед.).

Данный факт может свидетельствовать о том, что на известкованном фоне, показатель сырого протеина в зеленой массе вико – овсяной смеси менее подвержен воздействию погодных условий или изменению технологии возделывания, а в большей степени определяется азотным питанием растений.

Что же касается содержания клетчатки, то в целом, на изменение показателя незначительно влияли как системы удобрения, так и фон кислотности почвы. Впрочем, стоит отметить, что размах варьирования параметра был выше, чем у показателя сырого протеин. Возможно, этот факт стоит интерпретировать как свидетельство того, что содержание клетчатки в зеленой массе вико – овсяной смеси в большей мере зависит от агрометеорологических вегетационного периода, нежели от систем удобрения.

Параметры обменная энергия и кормовые единицы – производные от количества клетчатки и соответственно имеют такие же принципы изменения, как и указанный показатель.

Изменение показателей качества, представленных в таблице 2, под действием систем удобрения и реакции почвенной среды, должно быть связано с еще одним параметром, обеспечивающим связь показателей качества с урожайностью культур, который должен учитываться в практике сельскохозяйственного производства. В том числе и потому, что при высокой урожайности культуры присутствует т.н. «эффект разбавления» какого – либо параметра [16].

На рисунках 1 и 2 представлены результаты расчета такого показателя - сбор сырого протеина, по годам исследования, на 2-х фонах кислотности, в зависимости от систем удобрения.

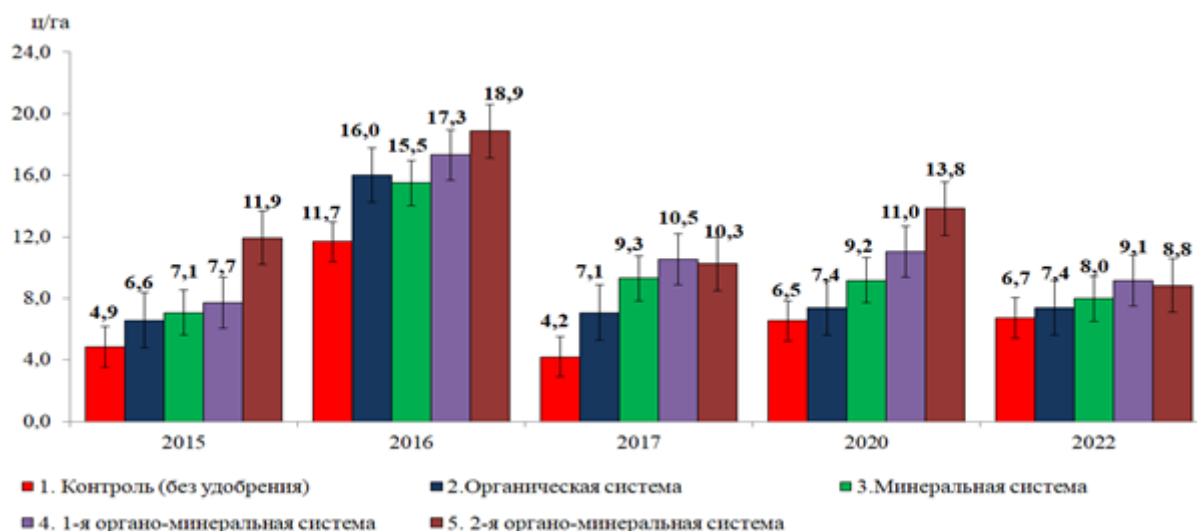


Рисунок 1 – Влияние систем удобрения на сбор сырого протеина на известкованном фоне ($pH_{kcl} = 5,1 - 5,2$ ед.), планка погрешности - величина стандартного отклонения

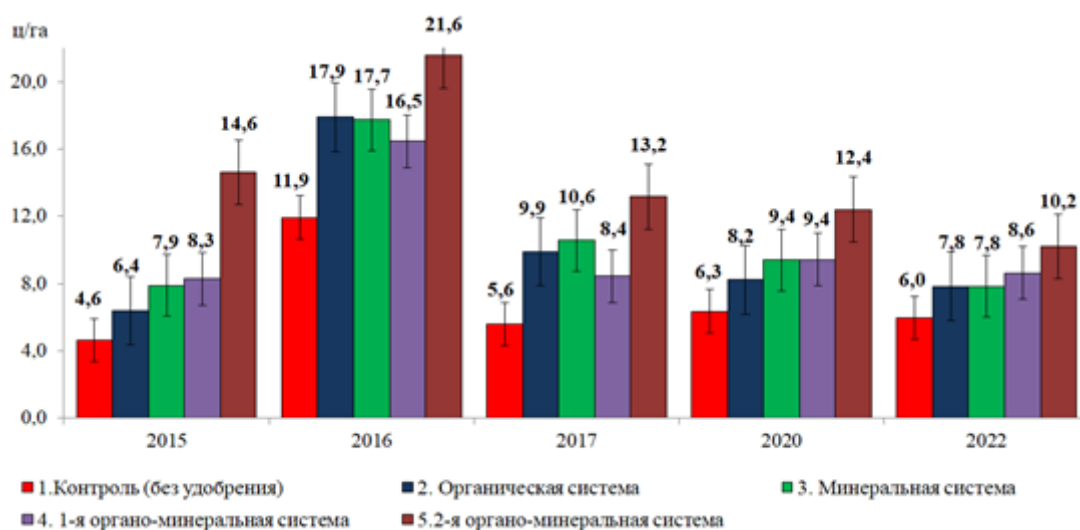


Рисунок 2 – Влияние систем удобрения на сбор сырого протеина на известкованном фоне ($pH_{kcl} = 5,7 - 5,9$ ед.), планка погрешности - величина стандартного отклонения

При сравнении влияния кислотности почвы на сбор сырого протеина, следует учитывать тот факт, что благоприятная реакция почвенной среды практически всегда увеличивает урожайность товарной (основной продукции), однако не всегда положительно влияет на качественный показатель. Данный факт вполне наглядно демонстрируют значения урожайности таблицы 1 и значения показателя сырого протеина таблицы 2.

Стоит отметить, что в 2016 году значения сбора сырого протеина были наибольшими, за весь период эксперимента. В первую очередь это связано с большим накоплением азота в зеленой массе растений, а во вторую – с урожайностью зеленой массы, которая в среднем составляла 33,2 т/га (см. табл.1).

Тем не менее, общая тенденция на увеличение сбора сырого протеина под влиянием снижения кислотности почвы (внесение CaCO_3) проявлялась во все годы исследования, и в среднем за 5 лет, показатель на известкованном фоне был на 11% ниже.

Еще одной наблюдаемой немаловажной тенденцией, проявившейся за 5 – летний период исследования, стало то, что на фоне известкования (рис. 2) применение органической, минеральной и 1 органо – минеральной системы удобрения (2-4 варианты) обеспечило практически равнозначный показатель сбора сырого протеина с единицы площади. Тогда как на известкованном фоне (рис.1), различие между данными системами удобрения было более значимым.

Таким образом, можно предположить, что в условиях благоприятной реакции почвенной среды ($\text{pH}_{\text{ккл}}$ не менее 5,7 ед.) различия в уровне урожайности вико – овсяной смеси от обеспеченности почвенным питанием нивелируются большим накоплением азота в зеленой массе, и в результате, общий сбор сырого протеина незначительно зависит от системы удобрения при условии равнозначного внесения азота с удобрениями.

На рисунке 3 представлен показатель сбора сырого протеина в различных вариантах систем удобрения, в среднем по фонам кислотности.

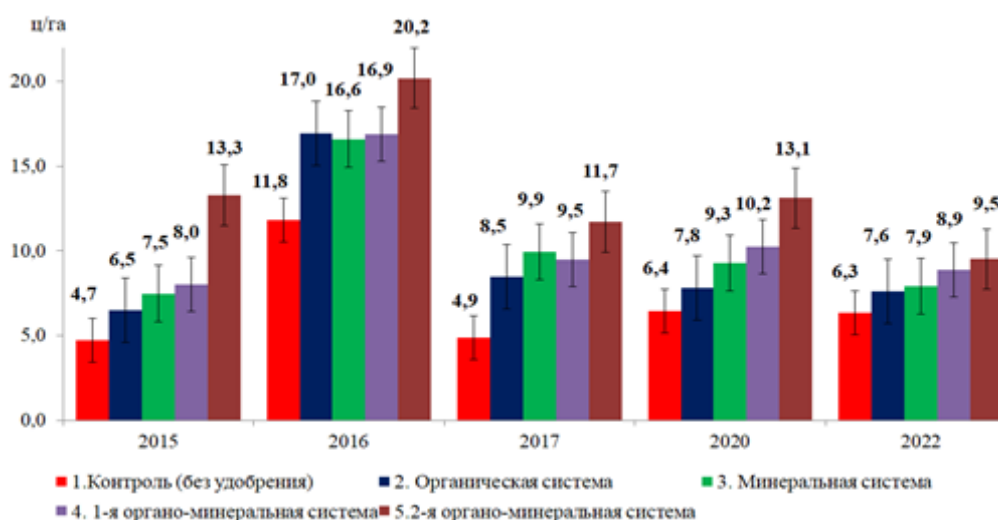


Рисунок 3 – Влияние систем удобрения на сбор сырого протеина, в среднем по фонам кислотности почвы, планка погрешности - величина стандартного отклонения

При усреднении данных между фонами кислотности почвы по показателю, выявили, что наибольший сбор сырого протеина, вне зависимости от погодных условий, обеспечивает применение 2 органо – минеральной системы удобрения (5 вариант, навоз, 50 т/га+N30P30K30).

В среднем, за годы исследования, увеличение показателя по отношению к варианту контроль (без удобрения, 1 вариант) было двукратным.

Также стала более выраженная тенденция увеличения сбора сырого протеина от обеспеченности вико – овсяной смеси почвенным питанием и преимуществом совместного действия органических и минеральных удобрений (4 и 5 варианты).

Стоит также отметить факт незначительного преимущества минеральной системы удобрения над органической в увеличении сбора сырого протеина по отношению к варианту без удобрения. Так, в первом случае (минеральная система) в среднем по годам позволила увеличить показатель на 50%, аналогичный же показатель во втором случае (органическая система) составил 40%.

Выводы

По итогам длительного полевого опыта установлено, что изменение кислотности дерново – подзолистой легкосуглинистой почвы на 0,5-0,6 ед. pH_{kcl} способствует увеличению зеленой массы вико – овсяной смеси на 1,4 – 4,5 т/га. Причем, чем выше обеспеченность минеральным питанием – тем выше прибавка урожайности. Вместе с тем, выявлено, что кислотность пахотного слоя почвы слабо влияет на содержание клетчатки, сырого протеина, обменной энергии и кормовых единиц в зеленой массе. Данные показатели изменяются более значительно от действия систем удобрения и зависят от уровня обеспеченности минеральным питанием. Причем, чем выше уровень почвенного питания, тем ниже влияние погодных факторов на качество зеленой массы. Уровень выхода сырого протеина с единицы площади в большей мере определялся урожайностью зеленой массы, однако, при более низкой кислотности почвы (известкование), различие в показателе между системами удобрения нивелировалось увеличением содержания сырого протеина, и обеспечивало равнозначные значения, мало зависящие от погодных условий.

Литература:

1. Завалин, А. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишникова до наших дней / А. А. Завалин, О. А. Соколов. – М.: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2016. – 591с. EDN WCWUAD.
2. Влияние биоудобрений и известкования на продуктивность вико-овсяной смеси и изменение микробоценоза дерново-подзолистой почвы / А. Н. Налиухин, А. А. Завалин, О. В. Силуянова, Д. А. Белозеров // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. - № 6. – С. 21 – 26. EDN ZXLBEP.
3. Павлов, А. А. Влияние внесения гуминового удобрения на урожайность и качество вико-овсяной смеси / А. А. Павлов, Л. Н. Сибирная // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. –

2023. – Т.16. - № 4. – С. 42 – 49. DOI 10.53914/issn2071-2243-2023-4-4

4. Васильев, А. С. Эффективность внекорневых подкормок вико-овсяной смеси хелатными формами микроэлементов в условиях северной части Центрального Нечерноземья / А. С. Васильев, Н. В. Лебедев, П. М. Лебедева // Кормопроизводство. – 2023. - № 2. – С. 16 – 21. EDN NXWVGD

5. Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы / Ю. П. Жуков, О. В. Чухина, Н. В. Токарева, Е. И. Куликова // Плодородие. – 2015. - № 2. – С. 14 – 20. EDN: TPWADZ

6. Чеботарев, Н. Т. Эффективность комплексного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве в условиях среднетаежной зоны Евро-Северо –Востока / Н. Т. Чеботарев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. - № 4. – С. 33 – 38. DOI: 10.30766/2072-9081.2017.59.4.33-38.

7. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона / Т. П. Сабирова, С. В. Щукин, Р. А. Сабиров, Е. В. Носкова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. - № 1. – С. 16 - 21 EDN: ZBJSTJ

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

9. Камнева, О. П. О комплексном использовании извести и минеральных удобрений при выращивании вико-овсяной смеси на зеленый корм / О. П. Камнева // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. - № 2. – С. 121 – 126. EDN: VZYRBV

10. Сычев, В. Г. Длительные опыты с удобрениями – научное наследие академика Д. Н. Прянишникова / В. Г. Сычев, О. В. Рухович // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия: материалы научно-производственной конференции с международным участием. Тюмень, 16-20. 07.2018 г. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 26 – 35. EDN YRUKTR

11. Последствие биомодифицированных органо – минеральных удобрений на урожайность и качество овса на разных фонах кислотности дерново-подзолистой почвы / А. Н. Налиухин, А. В. Ерегин, В. С. Вернодубенко [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. -2023. -№ 1. – С. 63 -80. DOI 10.52231/2225-4269 -2023 -1 -63

12. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: ЦИНАО, 2002. – 76 с.

13. Баушева, Н. П. Влияние агротехнических приемов выращивания на урожайность и качество вико-овсяной смеси / Н. П. Баушева, И.Д. Халистова // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: материалы II Всероссийской (национальной) научно- практической конференции. Ярославль, 25.04.2019 г. – Ярославль: ФГБОУ ВПО Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 14 – 21. EDN XLIVHL.

14. Протеиновая продуктивность культур севооборота при применении удобрений / О. В. Чухина, В. В. Ганичева, Е. А. Вепрева, А. Н. Кулиничева // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. - № 4. – С. 141 – 154. EDN QVMOCK.

15. Тарасов, С. И. Баланс азота, использование биогенных элементов в агроценозах с бессменным возделыванием костреца безостого при длительном применении различных доз бесподстилочного навоза / С. И. Тарасов, М. Е. Кравченко, Т. А. Бужина // Агрохимия. – 2021. - № 2. – С. 21 – 30. DOI 10.31857/S0002188121020125

16. Влияние биопрепаратов и удобрений на люпин синий при выращивании на зеленую массу и зерно / Завалин А. А., Благовещенская Г. Г., Калабашкин П. Н. [и др.] // Агрохимия. – 2016. -№ 9. – С. 24 -32. EDN: WWOGVJ.

References:

1. Zavalin A.A., Sokolov D.A. *Potoki azota v agroekosisteme: ot idey D. N. Pryanishnikova do nashikh dney* [Nitrogen fluxes in the agroecosystem: from D.N. Pryanishnikov's ideas up to the present day]. Moscow, VNI-IA named after D.N. Pryanishnikov Publ., 2016. 591 p. (In Russian) – Text direct

2. Naliukhin A. N., Zavalin A.A., Siluanova O.V., Belozerov D. A. Effect of biofertilizers and liming on vetch-oat mixture productivity and change in sod-podzolic soil microbocenosis. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], 2017, no.6, pp. 21-26. (In Russian) - Text direct.

3. Pavlov A. A., Sibirnaya L. N. Effect of humic fertilizer application on the yield and quality of vetch – oat mixture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Agrarian University], 2023, no.4, pp. 42-49 DOI 10.53914/issn2071-2243-2023-4-4. (In Russian) –Text electronic.

4. Vasil'ev A.S., Lebedev N.V., Lebedeva P. M. Effectiveness of vetch – oat mixture topdressing in chelated forms of micronutrients in the north of the Central Non – Chernozem region. *Kormoproizvodstvo* [Feed Production], 2023, no.2, pp. 16-21 (In Russian) - Text direct

5. Zhukov Yu.P., Chukhina O.V., Tokareva N.V., Kulikova E.I. Effect of different fertilizer doses on the yield of crop rotation crops and agrochemical properties of sod-podzolic soil. *Plodorodie* [Soil Fertility], 2015, no. 2, pp. 14-20 (In Russian) - Text direct

6. Chebotarev N.T. Efficiency of complex application of fertilizers in fodder crop rotation on sod-podzolic soil in the conditions of middle taiga zone of Euro- North- East. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2017, no.4, pp. 33-38 DOI 10.30766/2072-9081.2017.59.4.33-38. (In Russian) - Text electronic.

7. Sabirova T.P., Shchukin S.V., Sabirov R.A., Noskova E.V. Photosynthetic potential and productivity of the vetch-oat mixture depending on tillage and fertilizer in the North-Western region. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region], 2019, no. 1, pp. 16-21 (In Russian) - Text direct

8. Shchukin S.V., Gornich E.A., Trufanov A. M. Effect of minimum tillage, fertilizers and herbicides on the dynamics of organic matter and agrochemical properties of sod-podzolic soil when growing spring grain crops and vetch-oat mixtures. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2022, no. 2, pp. 16-31. DOI: 10.26897/0021-342X – 2022 – 2 – 16 – 31. (In Russian) - Text electronic.

9. Kamneva O.P. On the integrated use of lime and mineral fertilizers in cultivating vetch-oat mixture for green forage. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie* [Modern Science-Intensive Technologies. Regional Supplement], 2016, no. 2, pp. 121-126. (In Russian) - Text direct

10. Sychev V.G., Rukhovich O.V. Long – term experiments with fertilizers as scientific legacy of Academician D. N. Pryanishnikov. *Materialy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Plodorodie pochv i otsenka produktivnosti zemledeliya»* [Proc. of the Scientific and Industrial Conference with Int. Participation «Soil Fertility and Agricultural Productivity Assessment»]. Tyumen', 2018, pp. 26-35. (In Russian) - Text direct

11. Naliukhin A. N., Eregin A. V., Vernodubenko V. S. After-effect of biomodified organo-mineral fertilizers on the oat yield and quality on different acidity backgrounds of sod-podzolic soils. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 1, pp. 63-80. DOI 10.52231/2225-4269 -2023 -1 -63. (In Russian) - Text electronic.

12. *Metodicheskie ukazaniya po otsenke kachestva i pitatel'nosti kor-mov* [Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed]. Moscow, TsINAOPubl., 2002, 76 p. (In Russian) - Text direct.

13. Bausheva N. P., Khalistova I. D. Effect of agrotechnical cultivation methods on the yield and quality of vetch-oat mixture. *Materialy II Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno- prakticheskoy konferentsii «Upravle-*

nie plodorodiem i uluchshenie agroekologicheskogo sostoyaniya zemel» «[Proc. of the 2nd All –Russian (National) Scientific and Practical Conference “Fertility management and improvement of agroecological soil condition»]. Yaroslavl', 2019, pp. 14-21. (In Russian) - Text direct.

14. Chukhina O.V., Ganicheva V. V., Vepreva E.A., Kulinicheva A.N. Protein productivity of crop rotation when using fertilizers. *Molochnohozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2019, no. 4, pp. 141 – 154. (In Russian) - Text direct.

15. Tarasov S. I., Kravchenko M.E., Buzhina T.A. Nitrogen balance, use of biogenic elements in agrocenoses with permanent cultivation of awnless brome grass with long-term application of different doses of litterless manure. *Agrokimiya* [Agricultural Chemistry], 2021, no. 2, pp. 21 – 30 DOI 10.31857/S0002188121020125. (In Russian) - Text electronic.

16. Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kalabashkin P. N. Effect of biopreparations and fertilizers on blue lupine (*Lupinus angustifolius*) when cultivating for green fodder and grain. *Agrokimiya* [Agricultural Chemistry], 2016, no. 9, pp. 24 -32 (In Russian) - Text direct.

Effect of fertilizer systems on yields and quality indicators of the green mass of the vetch – oat mixture on different acidity backgrounds

Eregin Aleksandr Vladimirovich, Candidate of Science (Agriculture)

e-mail: al.eregin2018@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution of Science «Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences» (VoINTs RAN)

Vernodubenko Vladimir Sergeevich, Candidate of Science (Agriculture)

e-mail:quercus45@mail.ru

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

Vlasova Ol'ga Aleksandrovna, Candidate of Science (Agriculture), Acting Director

e-mail:cool.vlacova2013@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution the State Center for Agrochemical Service «Vologodskiy»

Keywords: vetch-oat mixture, fertilizer systems, liming, yield, quality of green mass, sod-podzolic soil

Abstract. In a long-term field experiment on sod-podzolic soil, it has been found that decreased acidity of the arable soil layer by 0.6-0.7 units pH after liming increases the yield of the green mass of the vetch – oat mixture by 8%. At the same time, dependence of the green mass quality indicators on weather conditions decreases. Application of an organo-mineral fertilizer system at a dose of cattle manure of 50 t/ha+N30P30K30, contributes to the production of green mass yields, depending on weather conditions from 32.3 to 47.1 t/ha (on average, according to the experience, +69% compared to the variant without fertilizers). At the same time, this fertilizer system used on soil having almost neutral reaction of the medium (limed) ensures the yield of crude protein of 1.02 – 2.16 t/ha, depending on the weather conditions of the growing season.

Влияние источника углерода на накопление биомассы целлюлозолитических микроорганизмов - продуцентов кормовой добавки

Новикова Татьяна Валентиновна, док. вет. наук, профессор каф. эпизоотологии и микробиологии

e-mail: parazitology@yandex.ru

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

Воеводина Юлия Александровна, канд. вет. наук, доцент, зав. каф. эпизоотологии и микробиологии

e-mail: yulkavo@mail.ru

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

Рыжакина Татьяна Павловна, канд. вет. наук, доцент каф. внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства

e-mail: vologdatp@yandex.ru

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

Ключевые слова: целлюлозолитические микроорганизмы, питательные среды, культивирование, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), лактоза, рубцовый фильтрат, рост микробной биомассы, оптическая плотность, спектрофотометрия.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по подбору компонентов и оптимизации состава питательных сред для культивирования целлюлозолитических микроорганизмов. Методом спектрофотометрии была оценена эффективность накопления микробной массы 19 штаммов в трех вариантах питательных сред, отличающихся по источнику углерода. Установлено, что среда с труднодоступным источником углерода обеспечивает медленный, но стабильный рост, тогда как среда с легкодоступным источником вызывает быстрый, но неустойчивый рост с последующим метаболическим

истощением. Наиболее эффективной оказалась комбинированная среда, которая обеспечивает как высокую начальную скорость роста за счет легкодоступной лактозы, так и длительную стабильность за счет трудногидролизуемой КМЦ, что делает ее оптимальной для культивирования целлюлозолитических микроорганизмов.

Введение

Рост и размножение биомассы микроорганизмов в рубце происходит лишь при оптимальных условиях: рН (6,3-6,8 близкой к нейтральной), постоянной температуре (39-40°C), определенном газовом составе (низкое содержание кислорода – анаэробноз) [1].

В настоящее время разработано большое количество разнообразных сред для культивирования целлюлозолитических микроорганизмов. Они могут содержать различные компоненты: синтетические, естественно-биологические или их сочетание [2,3,4,5,6]. Среда должна обеспечивать культуры всеми необходимыми питательными компонентами, способствовать быстрому накоплению микробной массы и обеспечивать сохранение свойств культур.

Углерод. Входит в состав органических соединений, образующих клеточную стенку, а также в состав цитоплазмы. Углерод составляет 40...60% сухого веса микробной клетки.

Водород. Структурный и функциональный элемент. Входит в состав всех органических соединений. В грибной клетке содержится 6...8% от веса сухого мицелия. Входит в состав свободной и связанной воды.

Азот. Входит в состав белков. Микроорганизмы испытывают потребность в аммонийном или аминном (органическом) азоте, также могут быть высоко чувствительны к недостатку азота [7,8,9].

Сера. Входит в состав серосодержащих аминокислот, таких как метионин, цистеин, ферментов, тиамин, биотин. Положительное влияние серы на рост показано в ряде опытов [10,11].

Фосфор. Является компонентом ДНК, РНК, АТФ. АТФ - нуклеозидтрифосфат имеющий большое значение в обмене энергии и веществ в организмах, универсальный источник энергии для всех биохимических процессов, протекающих в живых системах, в частности для образования ферментов. Источниками фосфора в питательных средах могут быть органические и минеральные соединения [12].

Железо. Входит в состав ферментов, важных для метаболизма: цитохромов, цитохромоксидаз, каталазы и др.

Магний (сернокислый магний). Энергия связывания фосфатных групп с активными центрами ферментов снижает энергию активации и увеличивает специфичность ферментативных реакций.

Сахар. Важным источником питания являются углеводные субстраты, в частности целлюлоза - линейный гомополимер состоящий из

сотен или десятков тысяч остатков D-глюкозы. Сложное строение делает ее доступной для утилизации только микроорганизмами обладающими определенным набором ферментов. Наличие ее в питательной среде обеспечивает сохранение активности целлюлозолитических микроорганизмов и, являясь единственным источником углеводов, может препятствовать росту других микроорганизмов [13,14].

Важность поддержания буферности растворов (рН). Буферные растворы - растворы с определённой устойчивой концентрацией водородных ионов, рН которых мало изменится при прибавлении к ним небольших количеств сильного основания или сильной кислоты, а также при разбавлении и концентрировании. При добавлении в систему сильной кислоты, она протонирует основание, входящее в буферную смесь, а добавление сильного основания связывает протоны и смещает второе равновесие в сторону продуктов, при этом в итоге концентрация H^+ в растворе меняется незначительно. Такие смещения происходят при жизнедеятельности микроорганизмов [15,16].

Таким образом, важным является подбор компонентов среды обеспечивающих оптимальные условия для накопления микроорганизмов.

Материалы и методы

Нами была изучена эффективность накопления микробной массы у тестируемых культур в жидких питательных средах, отличающихся по источнику углерода:

- среда Гетчинсона, содержащая в качестве источника углерода карбоксиметилцеллюлозу, состав среды (г/л): K_2HPO_4 — 1,0; $CaCl_2 \cdot 4H_2O$ — 0,1; $MgSO_4 \cdot H_2O$ — 0,3; $NaCl$ — 0,1; $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ — 0,01; $NaNO_3$ — 2,5; агар-агар — 20,0; дистиллированная вода; рН среды — 7,2–7,3, КМЦ 1%;

- питательная среда на основе среды Гетчинсона, содержащая рубцовый фильтрат в количестве 10% и в качестве источника углерода - лактозу 2% (легкодоступный источник);

- питательная среда, на основе среды Гетчинсона с рубцовым экстрактом до 10% и содержащая в качестве источника углерода КМЦ 1% (труднодоступный источник) и лактозу 2% (легкодоступный источник).

Оценена активность нарастания микробной массы у 19 штаммов, посуточно, с применением спектрофотометра. Измерение оптической плотности суспензии клеток осуществляли с помощью спектрофотометра ПЭ - 5400УФ (Россия) в кювете с длиной оптического пути 10 мм при длине волны света 550 нм (OP_{550}), выражали в единицах оптической плотности. Измерения проводили ежедневно в течение пяти дней. Изменение оптической плотности через определенные интервалы времени позволило характеризовать их рост в заданных условиях

культивирования, с определением стадии роста культуры.

Турбидиметрия характеризуется быстротой и отсутствием негативного воздействия на клетки, так же является наиболее распространенным аналитическим инструментом для мониторинга роста чистых бактериальных культур [17,18,19,20].

Концентрация микроорганизмов на спектрофотометре определяется по оптической плотности. Она обусловлена поглощением света биологическими молекулами (белками, нуклеиновыми кислотами, липополисахаридами), входящими в состав клеток, и светорассеянием клеток в видимом диапазоне.

В диапазоне от 400 до 900 нм спектр поглощения напрямую зависит от концентрации клеток микроорганизмов в суспензии.

При длине волны 500–650 нм поглощение света компонентами клеток практически отсутствует, и оптическая плотность суспензии клеток обусловлена только светорассеянием. Оптическая плотность, измеренная в этом диапазоне, отражает концентрацию клеток микроорганизмов в суспензии. Оптическая плотность (OD) используется в качестве быстрого косвенного измерения концентрации взвешенной биомассы. Фактически, измерение OD является наиболее распространенным измерением, используемым в микробиологических лабораториях для оценки роста микроорганизмов. OD часто используется для определения стадии роста при индукции культуры, инокуляции. Оптическая плотность напрямую коррелирует с биомассой (закон Бира-Ламберта), таким образом, OD может использоваться для мониторинга биомассы клеток. [21,22,23].

Результаты исследований

Результаты исследований по оценке эффективности для культивирования питательной среды, содержащей труднодоступные углеводы визуализированы в тепловой карте прироста: цветовая шкала позволяет быстро и наглядно оценить эффективность роста микроорганизмов в различных условиях. Цветовое кодирование процента прироста для каждого штамма и каждого дня позволяет отследить общие закономерности и аномалии.

Таблица 1 – Оценка эффективности накопления микробной массы в среде Гетчинсона с КМЦ 1% (тепловая карта)

№ штамма	День 2	День 3	День 4	День 5
	Процент прироста микробной массы			
1	17,6	15,0	17,4	9,8
2	12,9	52,4	-10,7	14,3
3	22,0	6,7	6,3	8,9
4	2,20	2,0	4,2	8,1
5	29,7	9,8	0,0	4,4
6	15,0	22,6	38,4	5,5
7	12,0	3,6	19,2	20,0
8	45,0	69,0	2,8	9,8
9	17,0	0,0	0,0	13,9
10	8,0	8,1	22,6	20,0
11	17,0	42,5	31,3	5,6
12	54,0	12,2	6,0	17,0
13	11,0	43,7	7,2	8,1
14	4,0	15,4	26,6	7,8
15	21,0	13,5	7,5	4,2
16	9,9	39,5	7,5	4,2
17	15,0	36,9	4,7	0,0
18	31,0	9,3	11,8	1,5
19	7,3	38,6	4,9	0,0
Среднее значение прироста	18,51	7,38	7,61	6,49
Стандартное отклонение	12,99	3,31	4,51	2,52

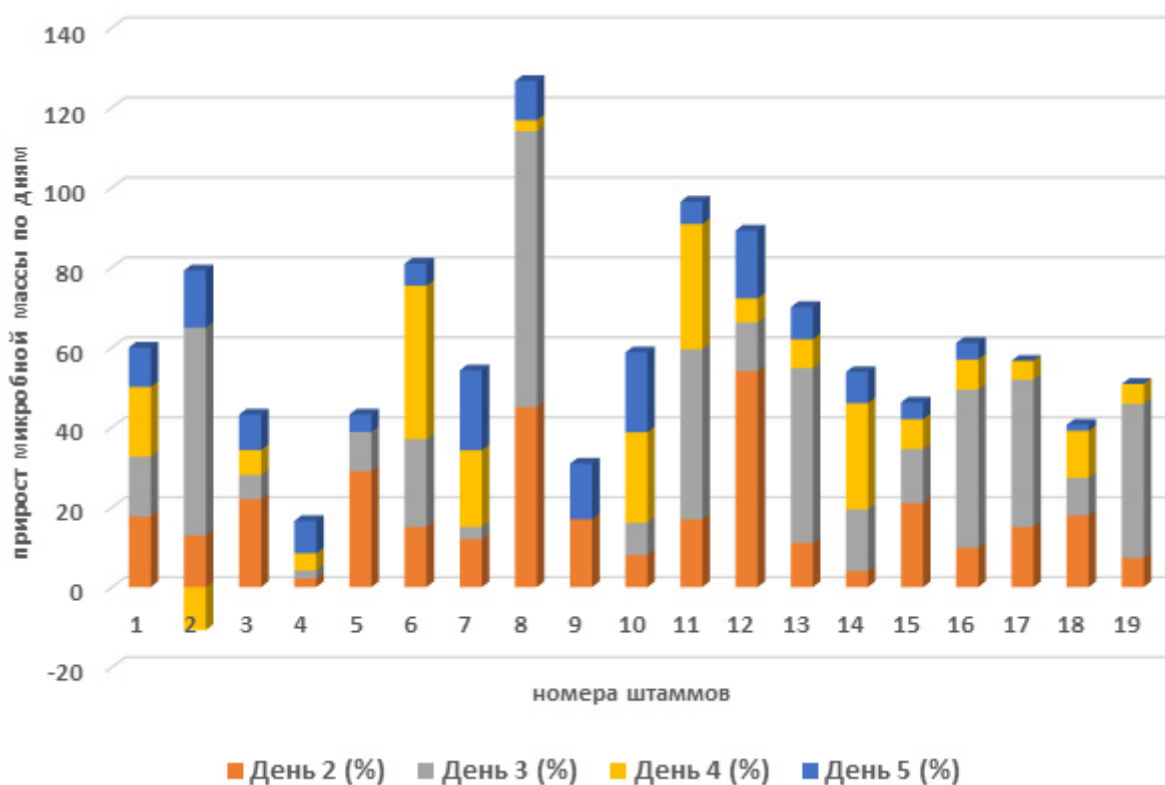


Рисунок 1 – Посуточная эффективность накопления микробной массы в среде с труднодоступным источником углерода

Анализируя таблицу 1 и диаграмму (рисунок 1), можно отметить следующие изменения в течение периода наблюдения по дням:

- большинство штаммов активно накапливают с первых до третьих суток культивирования (это свидетельствует о начальной фазе активного роста), после 3 суток темпы накопления биомассы снижаются, к 5-м суткам все штаммы сохраняют положительную динамику роста;

- у всех штаммов можно отметить медленные темпы начального роста. Классификация штаммов по типу роста показывает, что 2 штамма проявляют высокий прирост на 2-3 сутки (> 50% массы), медленный, но устойчивый рост демонстрируют 3 штамма; низкие темпы роста (<10% в среднем) также демонстрируют три штамма.

При анализе метаболических паттернов установлено, что:

фаза адаптации (1-2 сутки) - средний прирост 18.5%;

фаза логарифмического роста (2-3 сутки) - средний прирост 26.8%;

фаза стабилизации (4-5 сутки) - средний прирост 8.2%.

Штамм №12 показал наибольший прирост на второй день (54,2%), а также значительный прирост на пятый день (17%). Штамм №8 продемонстрировал очень большой прирост на третий день (69%).

Среднее значение прироста на второй день составляет примерно

17%, что подтверждает общий тренд на начальную активизацию роста. Средний прирост на третий и последующие дни колеблется, но остается положительным, что указывает на продолжающийся рост большинства штаммов.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что исследуемые штаммы микроорганизмов проходят через фазы активного роста в первые – третьи сутки, после чего накопление микробной массы протекает с незначительной скоростью. Некоторые штаммы, такие как №12 и №8, демонстрируют экстремально высокие уровни активности на определенных этапах, тогда как другие, например, №4 и №9, растут медленнее.

Среда Гетчинсона с КМЦ обеспечивает медленный, но стабильный рост: средний прирост бактериальной массы на 2-е сутки ~20%, на 3-и сутки ~25%. Отсутствуют резкие спады биомассы (только 2 случая отрицательного прироста).

Таблица 2 – Оценка эффективности накопления микробной массы в питательной среде с рубцовым фильтратом и лактозой(тепловая карта)

№ штамма	День 2 (%)	День 3 (%)	День 4 (%)	День 5 (%)
	Процент прироста микробной массы			
1	90,0	1,1	2,0	2,9
2	74,0	8,9	7,0	5,9
3	106,0	14	5,0	-4,7
4	72,0	5,2	0,0	-9,8
5	196,0	-12,5	0,0	-6,4
6	66,0	43	6,0	0,0
7	100,0	-8,9	-1,7	0,0
8	240,0	-5,8	-2,6	1,6
9	74,0	-15,4	-11,8	2,5
10	109,0	2,2	-1,4	0,0
11	120,0	11,1	1,2	2,4
12	119,0	-8,8	8,8	3,6
13	47,0	65,1	4,6	0,5
14	93,0	17	0,0	1,8
15	162,0	29	-4,7	-2,9
16	178,0	-3,8	-2,5	-6,5
17	138,0	-7,1	-5,4	2,3
18	125,0	4,6	-1,6	-3,3
19	129,0	-10,5	-2,7	3,4
Среднее значение прироста	117,78	6,75	0,01	-0,35
Стандартное отклонение	48,74	20,49	4,90	4,14

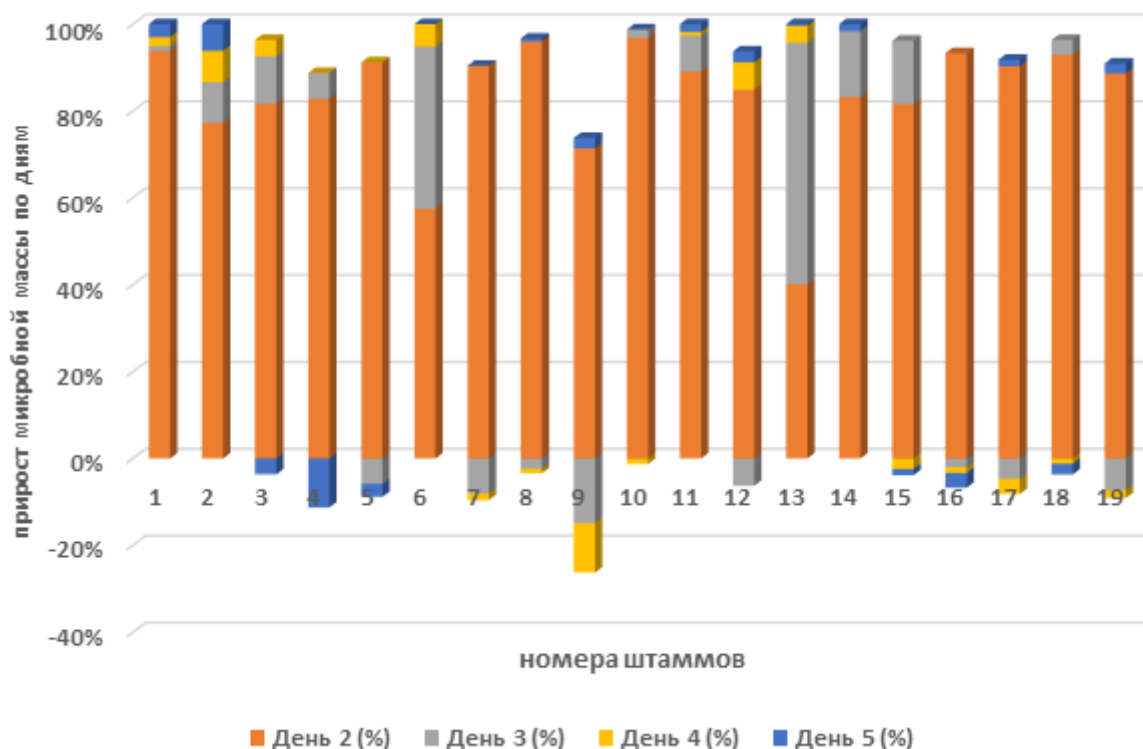


Рисунок 2 – Посуточная эффективность накопления микробной массы в среде с легкодоступным источником углерода

Из представленных материалов видно, что большинство штаммов демонстрируют быстрое и значительное накопление массы в первые сутки культивирования, что свидетельствует о начальной фазе активного роста (см. таблицу 2 и рисунок 2).

Многие штаммы после вторых-третьих суток начинают показывать снижение активности роста, вплоть до отрицательных значений или стабилизацию показателей.

Штамм №5 показал наибольший прирост массы на второй день (196,3%), но также и значительное снижение на третий день (-12,5%) культивирования. Штамм №8 имел максимальный прирост биомассы на первый день (240%) среди всех штаммов. Штаммы №4, №9, №15 и №16 показали заметное снижение активности ближе к пятому дню.

Среднее значение прироста бактериальной массы по всем штаммам на второй день составляет около 50%, что подтверждает общий тренд на начальную активизацию роста.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что исследуемые штаммы микроорганизмов проходят через фазы активного роста в первые – вторые сутки культивирования, после чего их активность начинает снижаться или стабилизироваться. При этом некоторые штаммы, такие как №5 и №8, демонстрируют экстремально высокие уровни активности на ранних этапах, тогда как другие, например, №6 и №7, быстрее приходят к состоянию стабильности.

Большинство штаммов демонстрируют очень активный рост в первые сутки, а затем происходит стабилизация и снижение концентрации. Микроорганизмы быстро достигают пика своей активности за счет доступности углеводов лактозы, быстрая утилизация лактозы приводит к замедлению роста, гибели части клеток, из-за отсутствия источника углерода.

Среда с лактозой вызывает взрывной, но неустойчивый рост с последующей стабилизацией или снижением биомассы. На 2-е сутки: 17 из 19 штаммов показывают прирост массы более 65%, но на 3-5 сутки: только 6 штаммов сохраняют положительную динамику. К 5-м суткам культивирования 7 штаммов демонстрируют отрицательные значения прироста. Лактоза - эффективный стимулятор быстрого роста, но непригодна для длительного культивирования. Пик метаболической активности приходится на 2-е сутки для большинства штаммов.

Тепловая карта наглядно покажет метаболическое истощение после начального взрывного роста на испытываемой среде.

Таблица 3 – Оценка эффективности накопления микробной массы в питательной среде с рубцовым фильтратом, КМЦ и лактозой (тепловая карта)

№ штамма	День 2 (%)	День 3 (%)	День 4 (%)	День 5 (%)
	Процент прироста микробной массы			
1	137,0	22,0	78,0	1,5
2	109,0	49,0	8,0	20,0
3	219,0	19,0	1,0	0,0
4	94,0	12,0	4,0	5,0
5	196,3	0,0	0,5	4,0
6	135,0	19,0	4,0	6,0
7	168,0	0,0	0,0	0,0
8	120,0	18,0	0,0	6,0
9	39,0	13,0	0,9	5,0
10	68,0	1,0	1,8	2,0
11	121,0	6,0	22,5	10,0
12	124,0	1,5	4,0	5,0
13	128,0	27,0	10,0	0,5
14	132,0	10,0	13,0	8,0
15	185,0	25,0	0,0	1,7
16	142,0	18,0	1,0	1,6
17	191,0	3,6	1,0	4,0
18	163,0	13,3	2,0	4,0
19	187,0	12,4	0,0	4,4
Среднее значение прироста	140,21	13,3	7,98	4,66
Стандартное отклонение	45,92	12,21	17,90	4,57

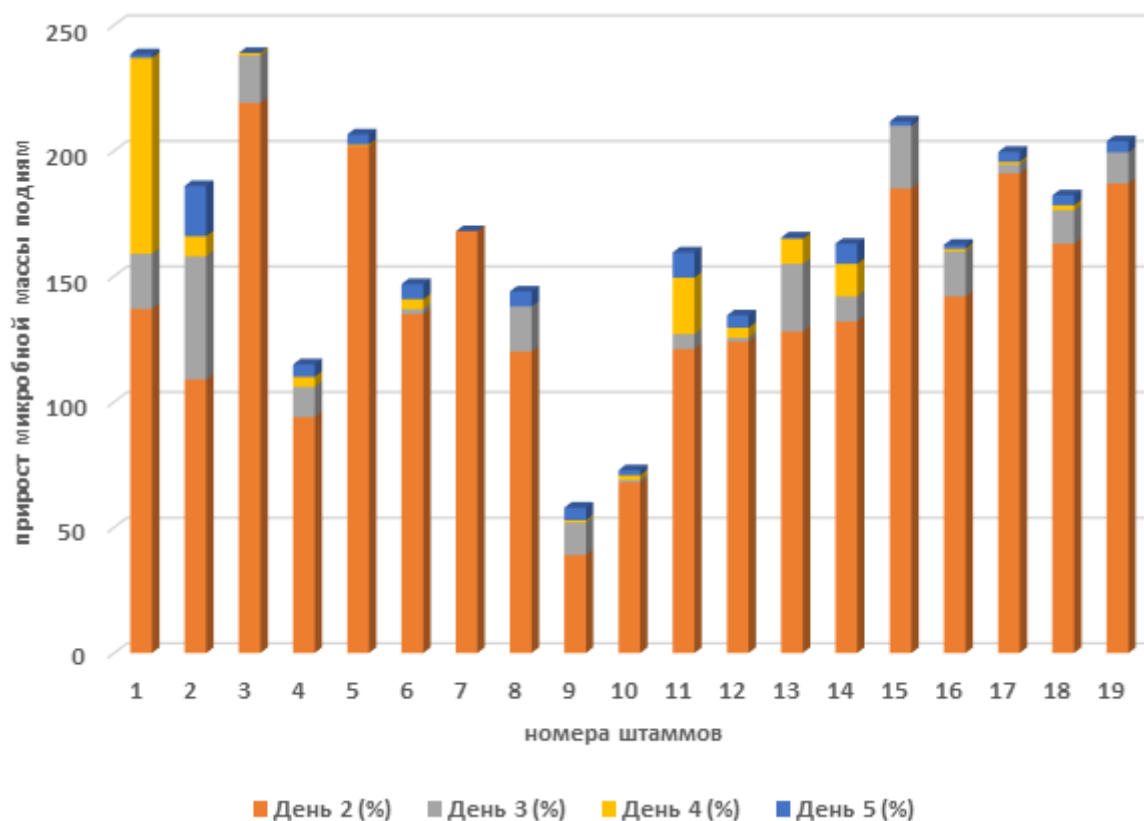


Рисунок 3 – Посуточная эффективность накопления микробной массы в среде с двумя типами источников углерода

Анализируя данные таблицы 3 и рисунок 3, можно заметить следующие изменения по дням и темпам роста штаммов: максимальные значения наблюдаются чаще всего на третий или четвертый день. Некоторые штаммы показывают стабильный рост, вплоть до пятого дня, но большинство штаммов замедляют свой рост к концу периода наблюдений.

Штамм №5 демонстрирует самый высокий прирост на второй день (+196,3%), однако затем следует резкое снижение (-12,5%).

Штаммы №6, №7 и №10 показывают стабильность на последних днях наблюдений (процентные изменения близки к нулю), что говорит об установлении равновесия в росте этих микроорганизмов. Несколько штаммов (№4, №9, №15, №16) имеют отрицательный прирост на последние дни, что указывает на спад активности.

Данные указывают на общую тенденцию увеличения активности микроорганизмов в начале периода наблюдений с последующим стабилизацией или снижением интенсивности накопления биомассы.

Таким образом, наиболее перспективными являются среды, содержащие комплекс источников углерода: труднодоступные и легкодоступные. Это позволяет получить быстрый рост микробной массы, а в дальнейшем медленное ее накопление и сохранение.

Комбинированная среда демонстрирует быстрый стартовый рост

с последующей стабилизацией, показывая эффективность синергии источника быстрых и медленных углеводов.

Штаммы №2, №12, №15 –демонстрируют максимальную продуктивность и стабильность. Штаммы №1, №11, №13 - перспективны для ферментации сложных субстратов.

Штамм №1 - демонстрирует второй пик активности на 4-е сутки (+78,6%) после замедления, что указывает на адаптацию к КМЦ после утилизации легких субстратов.

Штамм №2 - показывает ускорение на финальной стадии (+20% на 5-е сутки), свидетельствуя о поздней метаболической активации.

Штамм №11 - имеет W-образную динамику: 121% → 6,1% → 22,5% → 10,5%, что говорит о сложной стратегии утилизации субстратов.

Заключение

Питательная среда с труднодоступным источником углерода демонстрирует среднее значение прироста бактериальной массы - на второй день составляет примерно 17%, что подтверждает общий тренд на начальную активизацию роста. Средний прирост на третий и последующие дни колеблется, но остается положительным, что указывает на продолжающийся рост большинства штаммов. Среда Гетчинсона с КМЦ обеспечивает медленный, но стабильный рост: средний прирост бактериальной массы на 2-е сутки ~20%, на 3-и сутки ~25%. Отсутствуют резкие спады биомассы.

На питательной среде с легкодоступным источником углерода микроорганизмы быстро достигают пика своей активности, быстрая утилизация лактозы приводит к замедлению роста, гибели части клеток, из-за отсутствия источника углерода. Среда вызывает взрывной, но неустойчивый рост с последующей стабилизацией или снижением биомассы. На 2-е сутки: 17 из 19 штаммов показывают прирост массы более 65%, но на 3-5 сутки: только 6 штаммов сохраняют положительную динамику. К 5-м суткам культивирования 7 штаммов демонстрируют отрицательные значения прироста. Лактоза - эффективный стимулятор быстрого роста, но непригодна для длительного культивирования. Пик метаболической активности приходится на 2-е сутки для большинства штаммов. Тепловая карта наглядно покажет метаболическое истощение после начального взрывного роста на испытываемой среде.

На комбинированной среде штаммы демонстрируют быстрый стартовый рост с последующей стабилизацией, показывая эффективность синергии источника быстрых и медленных углеводов.

Таким образом, наиболее перспективными являются среды, содержащие комплекс источников углерода: труднодоступные и легкодоступные. Это позволяет получить быстрый рост микробной массы, а в дальнейшем медленное ее накопление и сохранение.

Литература:

1. Ильина, Л. А. Изучение микрофлоры рубца крупного рогатого скота на основе молекулярно биологического метода T RFLP с целью разработки способов её оптимизации : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.01.06 / Л. А. Ильина. — п. Дубровицы, Московская обл., 2012. — 20 с.
2. Bentley O.G., Johnson R.R., Hershberger T.V., et al. Cellulolytic factor activity of certain short-chain fatty acids for rumen microorganisms in vitro. *J. Nutr.*, 1955, 57, 3: 389-398.
3. Gil L.A., Shirley R.L., Moore J.E. Effect of methionine hydroxy analogy on bacterial protein synthesis from urea glucose, starch or cellulose by rumen microbes in vitro. *J. Anim. Sci.* 1973, 31, I: 159-163.
4. Рамин М., Алимон А. Р., Абдулла Н. Идентификация целлюлозолитических бактерий, выделенных из термита *Coptotermes curvignathus* (Холмгрен) // Журнал «Быстрые методы и автоматизация в микробиологии». — 2009. — Т. 17. — №. 1. — С. 103-116.
5. Юницкий А. Э., Соловьёва Е. А., Парфенчик М. М. Потенциал использования целлюлозолитических микроорганизмов для биодegradации твёрдых бытовых отходов // Сборник материалов III международной научно-технической конференции «Безракетная индустриализация ближнего космоса: проблемы, идеи, проекты». 2020. №III. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/potentsial-ispolzovaniya-tsellyulozoliticheskikh-mikroorganizmov-dlya-biodegradatsii-tvyordyh-bytovykh-othodov> (дата обращения: 15.10.2024).
6. Смирнова И. Э., Бабаева Ш. А., Файзулина Э. Р., Татаркина Л. Г., Спанкулова Г. А. Подбор источников углеродного питания для культивирования целлюлозолитических бактерий // *Микробиология және вирусология*. 2022. №2 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podbor-istochnikov-uglerodnogo-pitaniya-dlya-kultivirovaniya-tsellyuloliticheskikh-bakteriy> (дата обращения: 15.10.2024)].
7. Belanche A. et al. Shifts in the rumen microbiota due to the type of carbohydrate and level of protein ingested by dairy cattle are associated with changes in rumen fermentation // *The Journal of nutrition*. – 2012. – Т. 142. – №. 9. – С. 1684-1692.
8. Kumar S. et al. Associative patterns among anaerobic fungi, methanogenic archaea, and bacterial communities in response to changes in diet and age in the rumen of dairy cows // *Frontiers in microbiology*. – 2015. – Т. 6. – С. 781].
9. Широких, И. Г. Влияние источников азота в питательной среде на рост и целлюлазную активность стрептомицетов / И. Г. Широких, Н. А. Боков, Я. И. Назарова // *Известия Коми научного центра УрО РАН*. — 2021. — № 5 (51). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-istochnikov-azota-v-pitatelnoy-srede-na-rost-i-tsellyulaznuyu-aktivnost>

streptomitsetov (дата обращения: 23.11.2025).

10. Akin D. E., Gordon G. L., Hogan J. P. Rumen bacterial and fungal degradation of *Digitaria pentzii* grown with or without sulfur // *Applied and Environmental Microbiology*. – 1983. – Т. 46. – №. 3. – С. 738-748.

11. McSweeney C. S., Denman S. E. Effect of sulfur supplements on cellulolytic rumen microorganisms and microbial protein synthesis in cattle fed a high fibre diet // *Journal of applied microbiology*. – 2007. – Т. 103. – №. 5. – С. 1757-1765; Gordon G. L. R., Phillips M. W. Fungal sulphur source and method of using the same : пат. 6458580 США. – 2002.

12. Донияров, Н. А. Основные механизмы микробиологического превращения природных соединений фосфора / Н. А. Донияров, И. А. Тагаев, А. А. Асроров, Н. И. Хуррамов, М. С. Каршиева, Ю. О. Эргашева // *Вестник науки и образования*. — 2020. — № 93 (87). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyye-mehanizmy-mikrobiologicheskogo-prevrashcheniya-prirodnih-soedineniy-fosfora> (дата обращения: 23.11.2025).

13. Шубаков А. А., Михайлова Е. А., Мартынов В. В. Биоконверсия целлюлозосодержащего сырья. Ферментативный гидролиз целлюлозы // *Известия Коми НЦ УрО РАН*. 2022. №4 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biokonversiya-tsellyulozosoderzhashego-syrya-fermentativnyy-gidroliz-tsellyulozy-obzor-literatury> (дата обращения: 15.10.2024).

14. Шубаков А. А., Володин В. В., Володина С. О., Мартынов В. В. Ступенчатый отбор высокопродуктивных по целлюлазной активности колоний гриба *Trichoderma viride* // *Известия Коми НЦ УрО РАН*. 2021. №5 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stupenchatyy-otbor-vysokoproduktivnyh-po-tsellyulaznoy-aktivnosti-koloniy-griba-trichoderma-viride> (дата обращения: 15.01.2025).

15. *Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. и др.. — М.: Советская энциклопедия, 1988. — Т. 1 (Абл-Дар). — 623 с.*

16. Алексеев, В.Н. Количественный анализ / Под ред. П.К. Агасяна. - Изд. 4-е, перераб. - М. : Химия, 1972. - 504 с. : 24 табл., 76 рис. С.280; Ленинджер А. Основы биохимии. — Мир, 1985. — Т. 1. — С. 93-96. — 367 с.

17. Maia M.R.G. [et al.] Simple and versatile turbidimetric monitoring of bacterial growth in liquid cultures using a customized 3D printed culture tube holder and a miniaturized spectrophotometer: application to facultative and strictly anaerobic bacteria // *Frontiers in Microbiology*. – 2016. – Vol. 7. – Article № 1381.

18. Hernandez, A. New turbidimetric method for estimating bacterial growth in heterogeneous media / A. Hernandez, M. Marin // *Process Biochemistry*. – 2002. – Vol. 37. – P. 1125–1128.

19. Knysh, A. Dynamic light scattering analysis in biomedical research and applications of nanoparticles and polymers / A. Knysh, P. Sokolov, I.

Nabiev // Journal of Biomedical Photonics & Engineering. – 2023. – Vol. 9, № 2. – P. 020203

20. Аверина, М. В. Зависимость между концентрацией биомассы и оптической плотностью бактериальной культуры на разных стадиях роста / М. В. Аверина, И. В. Цыганов, А. В. Ахова, А. Г. Ткаченко // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. — 2024. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-mezhdu-kontsentratsiey-biomassy-i-opticheskoy-plotnostyu-bakterialnoy-kultury-na-raznyh-stadiyah-rosta> (дата обращения: 23.11.2025).

21. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М. : Техносфера, 2007. 368 с.;

22. Уткин Д. В., Германчук В. Г., Ерохин П. С., Спицын А. Н., Щербакова С. А., Глазков А. Н. Применение методов спектрофотометрического анализа для выявления микроорганизмов // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Физика. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-spektrofotometricheskogo-analiza-dlya-vyyavleniya-mikroorganizmov> (дата обращения: 15.10.2024).

23. Myers, J.A., Curtis, B.S. & Curtis, W.R. Improving accuracy of cell and chromophore concentration measurements using optical density. BMC Biophys 6, 4 (2013). <https://doi.org/10.1186/2046-1682-6-4>].

References:

1. Il`ina L. A. *Izuchenie mikroflory rubtsa krupnogo rogatogo skota na osnove molekulyarno biologicheskogo metoda T RFLP s tsel'yu razrabotki sposobov ee optimizatsii : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.01.06.* [Study of the Rumen Microflora of Cattle Based on the T-RFLP Molecular Biological Method to Develop Methods for its Optimization: Thesis Abstract of Candidate of Sciences (Biology): 03.01.06]. Dubrovitsy, 2012. 20 p. (In Russian) – Text direct

2. Bentley O. G., Johnson R. R., Hershberger T. V., et al. Cellulolytic factor activity of certain short-chain fatty acids for rumen microorganisms in vitro. *The Journal of Nutrition*, 1955, v. 57, no. 3, pp. 389-398. (In English) – Text direct

3. Gil L. A., Shirley R. L., Moore J. E. Effect of methionine hydroxy analogs on bacterial protein synthesis from urea glucose, starch, or cellulose by rumen microbes in vitro. *Journal of Animal Science*, 1973, no. 31, pp. 159–163. (In English) – Text direct

4. Ramin M., Alimon A. R., Abdulla N. Identification of cellulolytic bacteria isolated from the termite *Coptotermes curvignathus* (Holmgren). *Bystrye metody i avtomatizatsiya v mikrobiologii* [Rapid Methods and Automation in Microbiology], 2009, v. 17, no. 1, pp. 103–116. (In Russian) – Text direct

5. Yunitskiy A. E., Solov`eva E. A., Parfenchik M. M. Potential for us-

ing cellulolytic microorganisms for biodegradation of solid municipal waste. *Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Bezraketnaya industrializatsiya blizhnego kosmosa: problemy, idei, projekty»* [Proceedings of the III International Science and Technology Conference "Non-Rocket Industrialization of Near Space: Problems, Ideas, Projects"], 2020, no. III. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/potentsial-ispolzovaniya-tsellyulozoliticheskikh-mikroorganizmov-dlya-biodegradatsii-tvyordyh-bytovyh-otvodov> (Accessed 15 October 2024). (In Russian) – Text electronic

6. Smirnova I. E., Babaeva Sh. A., Fayzulina E. R., Tatarkina L. G., Spankulova G. A. Selection of carbon nutrition sources for the cultivation of cellulolytic bacteria. *Mikrobiologiya zhāne virusologiya* [Microbiology and Virology], 2022, no. 2(37). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/podbor-istochnikov-uglerodnogo-pitaniya-dlya-kultivirovaniya-tsellyuloliticheskikh-bakteriy> (Accessed 15 October 2024). (In Russian) – Text electronic

7. Belanche A., et al. Shifts in the rumen microbiota due to the type of carbohydrate and level of protein ingested by dairy cattle are associated with changes in rumen fermentation. *The Journal of Nutrition*, 2012, v. 142, no. 9, pp. 1684-1692. (In English) – Text direct

8. Kumar S., et al. Associative patterns among anaerobic fungi, methanogenic archaea, and bacterial communities in response to changes in diet and age in the rumen of dairy cows. *Frontiers in Microbiology*, 2015, v. 6, p. 781. (In English) – Text direct

9. Shirokih I. G., Bokov N. A., Nazarova Ya. I. Effect of nitrogen sources in the nutrient medium on the growth and cellulase activity of streptomycetes. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Bulletin of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2021, no. 5(51). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-istochnikov-azota-v-pitatelnoy-srede-na-rost-i-tsellyulaznuyu-aktivnost-streptomitsetov> (Accessed 23 November 2025). (In Russian) – Text electronic

10. Akin D. E., Gordon G. L., Hogan J. P. Rumen bacterial and fungal degradation of Digitariapentzii grown with or without sulfur. *Applied and Environmental Microbiology*, 1983, v. 46, no. 3, pp. 738-748. (In English) – Text direct

11. McSweeney C. S., Denman S. E. Effect of sulfur supplements on cellulolytic rumen microorganisms and microbial protein synthesis in cattle fed a high fiber diet. *Journal of Applied Microbiology*, 2007, v. 103, no. 5, pp. 1757-1765; Gordon G. L. R., Phillips M. W. *Fungal Sulfur Source and Method of Using the Same. Patent USA, no. 6458580*, 2002. (In English) – Text direct

12. Doniyarov N. A., Tagaev I. A., Asrorov A. A., Khurramov N. I.,

Karshieva M. S., Ergasheva Yu. O. Basic mechanisms of microbiological transformation of natural phosphorus compounds. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education], 2020, no. 9-3(87). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-mehanizmy-mikrobiologicheskogo-prevrashcheniya-prirodnih-soedineniy-fosfora> (Accessed 23 November 2025). (In Russian) – Text electronic

13. Shubakov A. A., Mikhaylova E. A., Martynov V. V. Bioconversion of cellulose-containing raw materials. Enzymatic hydrolysis of cellulose. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Bulletin of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2022, no. 4(56). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/biokonversiya-tsellyulozosoderzhaschego-syrya-fermentativnyy-gidroliz-tsellyulozy-obzor-literatury> (Accessed 15 October 2024). (In Russian) – Text electronic

14. Shubakov A. A., Volodin V. V., Volodina S. O., Martynov V. V. Stepwise selection of Trichoderma viride fungal colonies with high cellulase activity. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Bulletin of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2021, no. 5(51). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/stupenchatyy-otbor-vysokoproduktivnyh-po-tsellyulaznoy-aktivnosti-koloniy-griba-trichoderma-viride> (Accessed 15 January 2025). (In Russian) – Text electronic

15. *Khimicheskaya entsiklopediya* [Chemical Encyclopedia]. Editorial Board: Knunyants I. L. and others. Moscow, Soviet Encyclopedia Publ., 1988, v. 1 (Abl-Dar). 623 p. (In Russian) – Text direct

16. Alekseev V. N. *Kolichestvennyy analiz* [Quantitative Analysis]. Under the editorship of Agasyan P. K., the 4th revised edition. Moscow, Khimiya Publ., 1972. 504 p.; Lenindzher A. *Osnovy biokhimii* [Fundamentals of Biochemistry]. Mir, 1985, v. 1. 367 p. (In Russian) – Text direct

17. Maia M. R. G., et al. Simple and versatile turbidimetric monitoring of bacterial growth in liquid cultures using a customized 3D printed culture tube holder and a miniaturized spectrophotometer: application to facultative and strictly anaerobic bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 2016, v. 7, no. 1381. (In English) – Text direct

18. Hernandez A., Marin M. New turbidimetric method for estimating bacterial growth in heterogeneous media. *Process Biochemistry*, 2002, v. 37, pp. 1125–1128. (In English) – Text direct

19. Knysh A., Sokolov P., Nabiev I. Dynamic light scattering analysis in biomedical research and applications of nanoparticles and polymers. *Journal of Biomedical Photonics & Engineering*, 2023, v. 9, no. 2, p. 020203. (In English) – Text direct

20. Averina M. V., Tsyganov I. V., Akhova A. V., Tkachenko A. G. Dependence between the concentration of biomass and the optical density of bacterial culture at different stages of growth. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaya*

ya tekhnologiya i biotekhnologiya [PNRPU Bulletin. Chemical Technology and Biotechnology], 2024, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-mezhdu-kontsentratsiey-biomassy-i-opticheskoy-plotnostyu-bakterialnoy-kultury-na-raznyh-stadiyah-rosta> (Accessed 23 November 2025). (In Russian) – Text electronic

21. Schmidt V. *Opticheskaya spektroskopiya dlya khimikov i biologov* [Optical Spectroscopy for Chemists and Biologists]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2007. 368 p. (In Russian) – Text direct

22. Utkin D. V., Germanchuk V. G., Erokhin P. S., Spitsyn A. N., Shcherbakova S. A., Glazkov A. N. Application of spectrophotometric analysis methods to detect microorganisms. *Izv. Sarat. un-ta Nov. ser. Ser. Fizika* [Izvestiya of Saratov University. Physics], 2014, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-spektrofotometricheskogo-analiza-dlya-vyyavleniya-mikroorganizmov> (Accessed 15 October 2024). (In Russian) – Text electronic

23. Myers J. A., Curtis B. S., Curtis W. R. Improving accuracy of cell and chromophore concentration measurements using optical density. *BMC Biophys*, 2013, v. 6, no. 4. Available at: <https://doi.org/10.1186/2046-1682-6-4>. (In English) – Text electronic

Influence of carbon source on the accumulation of biomass by cellulolytic microorganisms as producers of feed additive

Novikova Tat`yana Valentinovna, Doctor of Sciences (Veterinary Medicine), Professor, the Department of Epizootology and Microbiology
e-mail: parazitology@yandex.ru

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

Voevodina Yuliya Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Epizootology and Microbiology

e-mail: yulkavo@mail.ru

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

Ryzhakina Tat`yana Pavlovna, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, the Department of Internal Non-Infectious Diseases, Surgery and Obstetrics

e-mail: vologdatp@yandex.ru

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

Keywords: cellulolytic microorganisms, nutrient media, cultivation, carboxymethyl cellulose (CMC), lactose, rumen filtrate, microbial biomass growth, optical density, spectrophotometry.

Abstract. The article presents the results of a study on the selection of components and optimization of the composition of nutrient media for the cultivation of cellulolytic microorganisms. The efficiency of microbial biomass accumulation in 19 strains has been evaluated using spectrophotometry in three variants of media differing in their carbon source. It has been found that the medium with a recalcitrant carbon source provides slow but stable growth, whereas the medium with an easily accessible carbon source induces rapid but unstable growth followed by metabolic exhaustion. The most effective medium has proved to be the combined one, which ensures both high initial growth rate due to readily available lactose and longterm stability due to poorly hydrolyzable carboxymethyl cellulose (CMC), making it optimal for the cultivation of cellulolytic microorganisms.

Соус на основе вторичного молочного сырья как функциональный продукт

Ковалева Мария Алексеевна, студент-магистрант
e-mail: mariya.kovaleva.23@mail.ru

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

Куренкова Людмила Александровна, кандидат технических наук, доцент

e-mail: kurenkova.35@rambler.ru

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

Ключевые слова: соус, вторичное молочное сырье, функциональный продукт, обогащенный продукт, продукт с высоким содержания белка, пробиотический пищевой продукт.

Аннотация. В статье обоснована разработка функционального соуса на основе вторичного молочного сырья, обогащенного биологически активными компонентами. Современные рационы питания, даже при достаточной калорийности, часто не обеспечивают организм необходимыми микронутриентами, что обуславливает актуальность создания специализированных пищевых продуктов. Целью исследования являлась разработка рецептуры и оценка функциональных свойств соуса на основе ультрафильтрационного концентрата пахты с добавлением куркумы, сухого чеснока и соли, полученного путем сквашивания нормализованной пастеризованной смеси. В работе использованы стандартные методы органолептической оценки (ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011), а также расчетные методы определения нутриентного состава и энергетической ценности. Разработана шкала для оценки органолептических показателей образцов соуса на молочной основе, проведено исследование органолептических свойств образцов, произведенных по разным рецептурам, выбран наилучший вариант. Результаты показали, что наилучший образец соуса обладает сбалансированными органолептическими характеристиками и высокой пищевой ценностью. Продукт является функциональным по содержанию

марганца (16,65% от суточной нормы), холина (23,31%) и витамина B5 (22,02%); обогащенным калием (6,85%), медью (6%), магнием (11,83%), железом (5,58%) и витамином PP (12,6%); относится к высокобелковым (41,5% энергии за счет белка, соответствует ГОСТ Р 55577-2013) и пробиотическим (благодаря содержанию культур *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*). Энергетическая ценность продукта составила 78,05 ккал/326,7 кДж на 100 г. Разработанный соус отвечает современным тенденциям функционального питания и может быть рекомендован для профилактики микронутриентной недостаточности.

Введение

Сбалансированный рацион, основанный на натуральных продуктах и покрывающий энергетические потребности организма, зачастую оказывается недостаточным для полного обеспечения микронутриентами. Даже при избыточной калорийности питания организм может испытывать дефицит жизненно важных витаминов, минералов и биологически активных веществ[1].

Микронутриенты (витамины, эссенциальные минералы и микроэлементы) представляют собой группу низкомолекулярных биологически активных соединений, необходимых для нормального протекания метаболических процессов. Несмотря на крайне низкие суточные потребности (исчисляемые в миллиграммах и микрограммах), их дефицит приводит к значительным нарушениям гомеостаза, поскольку они выступают в роли кофакторов ферментов, антиоксидантов и регуляторов экспрессии генов[2]. Человеческий организм не способен к эндогенному синтезу большинства микронутриентов (за исключением, например, витамина D₃ и части витаминов группы B, продуцируемых кишечным микробиомом). Их поступление должно осуществляться экзогенно, причем в строго определенных количествах, соответствующих физиологическим нормам. Современные стратегии коррекции микронутриентной недостаточности включают производство обогащенных пищевых продуктов (food fortification) и производство нутрицевтиков и функциональных продуктов.

Первое направление реализуется за счет технологического добавления критически важных микронутриентов в продукт (йодирование соли, витаминизация молока, обогащение злаков железом и фолиевой кислотой). Применением таких пищевых продуктов позволяет массово профилактировать дефициты, особенно в регионах с бедным рационом. При производстве продуктов, относящихся ко второму направлению, применяют высокодозированные биодоступные формы (хелатные минералы, липосомальные витамины), используются пробиотики для улучшения абсорбции микронутриентов (например,

Lactobacillus способствует усвоению витамина В₁₂).

Современный рынок функционального питания предлагает широкий спектр продуктов, обогащенных биологически активными компонентами с доказанным физиологическим действием. Однако, несмотря на активное развитие этого направления, сегмент кулинарных изделий, в частности соусов, остается недостаточно изученным, хотя именно они составляют значительную часть ежедневного рациона [3]. Современные исследования подтверждают, что соусы выполняют не только технологическую и органолептическую функции (улучшая вкус, аромат и консистенцию блюд), но и играют значимую физиологическую роль. В частности стимулируют пищеварение за счет активации ферментативной секреции, повышают биодоступность жирорастворимых витаминов и микроэлементов, могут служить эффективным носителем для доставки биологически активных веществ [3].

Критический анализ традиционных рецептов, представленных на рынке соусов, показывает существенные недостатки в части нутриентного баланса: высокое содержание насыщенных жиров (в майонезных основах - до 65-75%), избыток простых углеводов (в кетчупах - 15-25% сахаров), дефицит эссенциальных аминокислот (лизин, метионин), недостаток витаминов группы В и аскорбиновой кислоты.

Современные тренды в пищевой индустрии демонстрируют растущий интерес к использованию биологически активных соединений растительного происхождения для обогащения молочных продуктов. Это направление открывает новые перспективы для расширения ассортимента функциональных продуктов, повышения их пищевой ценности и придания дополнительных полезных свойств. Клинические исследования подтверждают, что регулярное потребление обогащенных продуктов снижает риск алиментарно-зависимых заболеваний на 25-30%, улучшает микробиоценоз кишечника, повышает адаптационный потенциал организма. Источниками витаминов являются растительные компоненты, обладающие высокой биологической активностью [4].

Системное внедрение функциональных и обогащенных продуктов в рацион питания представляет собой научно обоснованный подход к улучшению качества жизни и профилактике алиментарно-зависимых патологий, соответствующий современным тенденциям превентивной медицины.

Целью работы является обоснование функциональных свойств ингредиентов и соуса на основе вторичного молочного сырья.

Материалы и методы

Для проведения исследований применялись стандартные методики. Органолептические показатели определяли по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 [5], используя рекомендуемый метод оценки для кисломолочных

продуктов. Для определения удовлетворения суточной потребности в витаминах и минералах при употреблении 100 г соуса были проведены расчеты по формуле (1):

$$СП = \frac{m}{m_{\text{сут.потр.}}} * 100\% \text{ где, (1)}$$

СП-суточная потребность;
 m-масса минералов или витаминов в 100 г продукта;
 m_{сут.потр.}-масса физиологической потребности витаминов или минералов в сутки.

Для расчета энергетической ценности 100 г соуса была использована формула (2)

$$ЭЦ = 4 * Б + 9 * Ж + 4 * У \text{ где, (2)}$$

ЭЦ-энергетическая ценность соуса;
 Б-содержание белка в соусе;
 Ж-содержание жира в соусе;
 У-содержание углеводов в соусе.

Результаты и обсуждение

В лабораторных условиях было выработано и исследовано несколько вариантов продукта, произведенных на одной и той же молочной основе в качестве которой использовался ультрафильтрационный концентрат пахты с массовой долей сухих веществ 20,5 %, с различным содержанием куркумы, сухого чеснока и соли. Нормализованная, пастеризованная смесь подвергалась сквашиванию закваской, состоящей из молочнокислых микроорганизмов (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*). Полученные образцы соусов оценивали с помощью метода органолептической оценки по разработанной шкале (таблица 1). Результаты балльной оценки представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Балльная оценка органолептических свойств соуса на основе вторичного молочного сырья

Наименование и характеристика показателя		Оценка, баллы
Отлично	Вкус и запах чистый с привкусом и запахом куркумы и чеснока. Цвет желтый, однородный. Консистенция однородная, кремообразная, в меру вязкая, без комков. Поверхность гладкая, блестящая.	5

Хорошо	Менее выраженный запах и вкус чеснока или куркумы. Цвет бледно желтый, однородный. Консистенция однородная, кремообразная, в меру вязкая, допускается наличие включенийнерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов. Поверхность гладкая, слегка матовая.	4
Удовлетворительно	Не выраженный или излишне выраженный запах и вкус чеснока или куркумы. Цвет бледно или ярко желтый, неоднородный. Консистенциякремообразная, в меру вязкая, присутствуют сгустки продукта, наличие включенийнерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов. Поверхность неоднородная, слегка матовая.	3
Неудовлетворительно	Присутствует посторонний вкус и запах не свойственные к добавленным наполнителям. Цвет неоднородный, с пятнами, не свойственные к цвету куркумы. Консистенция неоднородная, явные сгустки, отделение сыворотки.	2-1

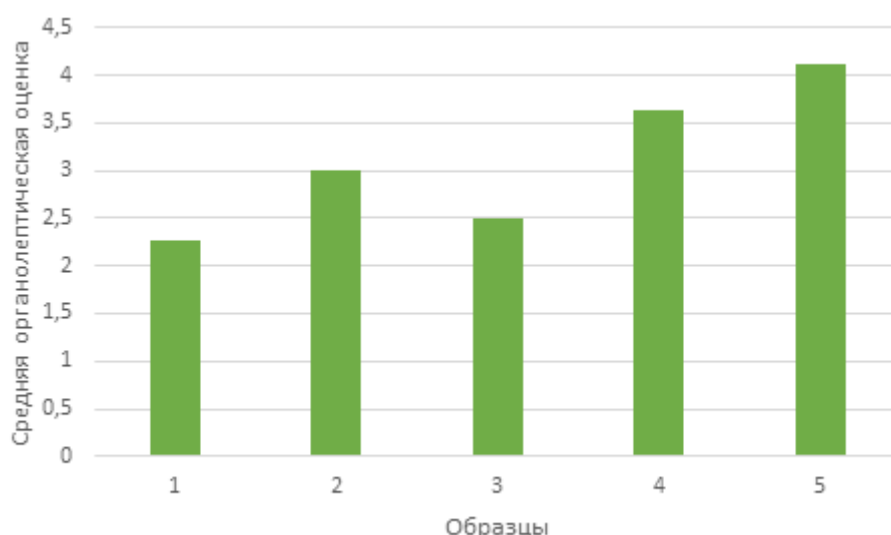


Рисунок 1 – Органолептическая оценка образцов

На основании данных, полученных в результате органолептической оценки, можно заключить, что все образцы имели однородную, в меру густую консистенцию. Образцы № 1 и № 2 характеризовались ярко-желтым цветом за счет большего содержания куркумы, но при этом вкус и запах чеснока почти не ощущался. В образцах 3 и 4 цвет был светло-желтый, у 4-го образца вкус и запах чистый с привкусом и запахом куркумы и чеснока. В связи с тем, что в образце №3 большее содержание соли, чем в образце №1, но одинаковое количество чеснока, вкус чеснока чувствуется гораздо ярче, этот образец получил самый низкий средний балл. Наилучшим по органолептическим показателям

признан образец №5, по мнению дегустаторов, у этого образца наиболее сбалансированный вкус, достаточное содержание соли, и степень выраженности вкуса и запаха куркумы и чеснока.

Для выбранного образца были произведены расчеты содержания минералов и витаминов в ингредиентах, входящих в состав продукта и в самом продукте, процент удовлетворения суточной потребности в них при употреблении 100 г готового продукта (таблица 1-2).

Таблица 2 – Физиологическая суточная потребность в минералах и содержание минеральных веществ в 100 г ингредиентов, входящих в состав соуса, и готового продукта

Компоненты		Физиологическая потребность в минералах в сутки						
		К	Са	Mn	Cu	Mg	P	Fe
		2500(мг)	1000(мг)	2(мг)	1(мг)	400(мг)	800(мг)	18(мг)
		Содержание минеральных веществв 100 г продукта, удовлетворение суточной потребности (мг, %)						
Концентрат пахты	(мг)	124,29	29,83	0,124	0,043	44,74	21,87	0,245
	%	4,97	2,983	6,2	4,3	11,185	2,73	1,36
Сухой чеснок	(мг)	2,60	1,80	0,0081	0,0013	0,30	1,00	0,18
	%	1,04	0,18	0,405	0,13	0,075	0,125	1
Куркума	(мг)	20,80	1,68	0,198	0,013	2,08	2,99	0,55
	%	0,832	0,168	9,9	1,3	0,52	0,37	3,06
Соль	(мг)	0,09	3,68	0,0025	0,00271	0,22	0,75	0,029
	%	0,004	0,368	0,125	0,27	0,055	0,09	0,16
Соус	(мг)	147,78	36,99	0,333	0,06	47,34	26,61	1,004
	%	6,85	3,699	16,65	6	11,83	3,33	5,58

Таблица 3 – Физиологическая суточная потребность в витаминах и содержание витаминов в 100 г ингредиентов, входящих в состав соуса, и готового продукта

Компоненты		Физиологическая потребность в витаминах в сутки				
		Е 15(мг)	Холин 500(мг)	В5 5(мг)	В6 2(мг)	РР 20(мг)
		Содержание витаминов в 100 г продукта, удовлетворение суточной потребности (мг, %)				
Концентрат пахты	(мг)	-	115,83	1,04	0,049	2,48
	%		23,17	20,8	2,45	12,4
Сухой чеснок	(мг)	0,003	0,232	0,00596	0,006	0,028
	%	0,02	0,046	0,12	0,3	0,14
Куркума	(мг)	0,0443	0,492	0,00542	0,00107	0,0135
	%	0,3	0,098	1,1	0,054	0,068
Соль	(мг) %	-	-	-	-	-
Соус	(мг)	0,0473	116,554	1,0514	0,056	2,522
	%	0,32	23,31	22,02	2,8	12,6

На основании анализа данных, представленных в таблицах 1 и 2, можно заключить, что наибольшее обогащение достигается по таким минералам как калий, медь, железо и витаминам холин, В5 и РР.

Все функциональные пищевые продукты и пищевые ингредиенты идентифицируются с учетом существенных признаков, установленных в ГОСТ Р 52349-2005. Исходя из принятой классификации марганец, медь эффективны для поддержания зубной и костной ткани, снижают риск развития остеопороза и обеспечивают синтез соединительной ткани, образующей каркас кости. Витамин В5 эффективен для метаболизма субстрата, необходим для метаболизма питательных веществ и активации метаболизма липидов и липолиза. Витамин РР эффективен для поддержания деятельности липидного обмена и поддержания уровня общего холестерина, липопротеинов[6].

Вся пищевая продукция, в зависимости от содержания нутриентов, может быть подразделена на продукцию обогащенную и функциональную. К обогащенным можно отнести продукты, содержание не менее 5 процентов от суточной потребности в каком-либо из нутриентов в 100 г(мл)[7]. Функциональными являются продукты, в которых содержание нутриентов составляет не менее 15% в 100 г(мл) [8]. пищевой продукт является источником витаминов и/или минералов при условии, что витамины и минеральные вещества, содержащиеся в его составе, составляют не менее 15% от суточной потребности в витаминах и минеральных веществах на 100 г(см³) либо на одну

порцию, если ее размер составляет менее 100 г(см³)[9].

С учетом рецептуры соуса были проведены расчеты содержания витаминов и минералов в 100 г продукта (соуса) и рассчитан процент удовлетворения суточной потребности в них. Результаты представлены на рисунке 2.

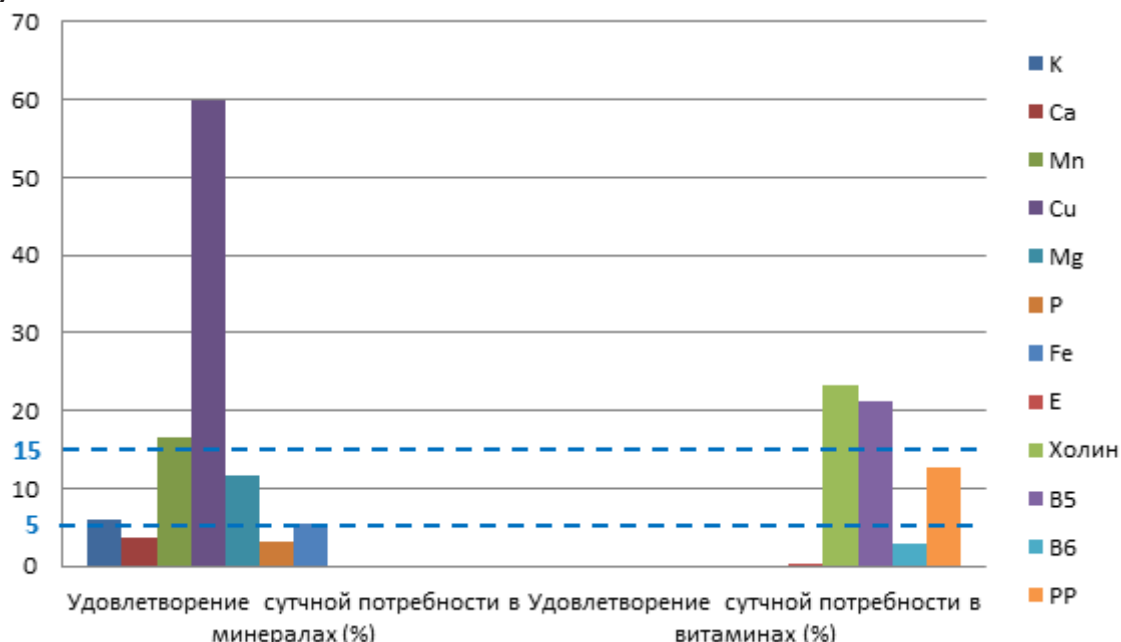


Рисунок 2 – Результаты расчетов удовлетворения суточной потребности в витаминах и минералах при употреблении 100 г соуса, %

На основании полученных результатов можно заключить, что продукт является функциональным по таким микронутриентам как марганец, медь, холин и витамин B5, обогащенным калием, магнием, железом и витамином PP.

Помимо расчета содержания витаминов и минералов в продукте и процента удовлетворения суточной потребности в них при употреблении соуса, были произведены расчеты энергетической ценности продукта. Данные о содержании белков, жиров и углеводов в компонентах и готовом продукте представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание основных нутриентов в 100 г компонентов рецептуры и готового соуса

Компоненты	Содержание нутриентов, г			Энергетическая ценность, ккал/кДж
	белки	жиры	углеводы	
Концентрат пахты	7,76	1,21	7,68	72,67/303,8
Сухой чеснок	0,23	0,05	0,46	3,21/13,4
Куркума	0,11	0,05	0,32	2,17/9,1
Соль	-	-	-	-
ИТОГО (в 100 г соуса)	8,1	1,31	8,46	78,05/326,7

Энергетическая ценность соуса на основе вторичного молочного сырья составляет 78,05 ккал или 326,7 кДж.

Пищевой продукт может быть классифицирован как «продукт с высоким содержанием белка» при условии, что минимум 20 % его энергетической ценности обеспечивается белком[9]. На основании данных, полученных расчетным путем, можно заключить, что 41,5 % (32,4 ккал) энергетической ценности соуса обеспечена белком.

Соус относится к кисломолочным продуктам, так как в своем составе имеет закваску, состоящую из термофильного стрептококка и болгарской палочки (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*), эти штаммы относятся к пробиотическим.

Пробиотиком принято считать физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде полезных для человека (непатогенных и нетоксикогенных) живых микроорганизмов, поступающих с пищей, оказывающих благоприятное воздействие на организм человека в результате нормализации состава или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника[8], а пробиотическим продуктом – функциональный пищевой продукт, содержащий полезные штаммы микроорганизмов, которые положительно влияют на организм через регуляцию микробиоты ЖКТ[8].

Выводы

Разрабатываемый продукт можно отнести к функциональным продуктам по содержанию марганца, холина и витамина B5, обогащенным по содержанию калия, меди, магния, железа и витамина PP. Кроме того, продукт соответствует требованиям ГОСТ Р 55577-2013 в части содержания белка и может быть отнесен к продуктам с высоким содержанием белка, при этом имеет в своем составе пробиотическую закваску, значит продукт можно считать функциональным.

Литература:

1. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения. Текст: электронный.-URL:<http://elib.fesmu.ru/Article.aspx?id=329336> Режим доступа: в локальной сети.
2. Профилактика микронутриентной недостаточности - важная составляющая здоровья населения. <https://89.rospotrebнадzor.ru/press/public/145738/?ysclid=m8рjхvuli1888575028> Режим доступа: в локальной сети.
3. Разработка новых видов соусов функционального назначения на основе местного растительного сырья. Текст: электронный.-URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-novykh-vidov-sousov-funktsionalnogo-naznacheniya-na-osnove-mestnogo-rastitelnogo-> Режим доступа: в локальной сети.
4. Законодательное обеспечение государственной политики в

области производства функциональных и специализированных пищевых продуктов питания в Российской Федерации. Текст: электронный.-URL:<http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/88318/> Режим доступа: в локальной сети.

5. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. Текст: электронный.-URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/51223/?ysclid=m8pi01z2fc813754288> Режим доступа: в локальной сети.

6. ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. Текст: электронный.-URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/50895/?ysclid=m8pi3zjbt8159304121> Режим доступа: в локальной сети.

7. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 22 апреля 2024 года). Текст: электронный.-URL:<https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=m8pih26ptd630146553> Режим доступа: в локальной сети.

8. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Текст: электронный.-URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/2161/?ysclid=m8piclmn4j155650826> Режим доступа: в локальной сети.

9. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. Текст: электронный.-URL:https://roskachestvo.gov.ru/upload/functional-products/GOST_producty_pischevie_specializirovannie.pdf?ysclid=m8pivngy84432801318 Режим доступа: в локальной сети.

References:

1. *Vitaminno-mineral'nye komplekсы v pitanii vzroslogo naseleniya* [Vitamin and Mineral Complexes in the Nutrition of the Adult Population]. Available at: <http://elib.fesmu.ru/Article.aspx?id=329336> (In Russian) – Text electronic

2. *Profilaktika mikronutrientnoy nedostatochnosti - vazhnaya sostavlyayushchaya zdorov'ya naseleniya* [Prevention of Micronutrient Deficiency is an Essential Part of Public Health]. Available at: <https://89.rospotrebnadzor.ru/press/public/145738/?ysclid=m8pjxvuli1888575028> (In Russian) – Text electronic

3. *Razrabotka novykh vidov sousov funktsional'nogo naznacheniya na osnove mestnogo rastitel'nogo syr'ya* [Development of New Types of Functional Sauces Based on Local Vegetable Raw Materials]. Available at: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-novykh-vidov-sousov-funktsionalnogo-naznacheniya-na-osnove-mestnogo-rastitel->

nogo- (In Russian) – Text electronic

4. *Zakonodatel'noe obespechenie gosudarstvennoy politiki v oblasti proizvodstvafunktsional'nykh i spetsializirovannykh pishchevykh produktov pitaniya v Rossiyskoy Federatsii* [Legislative Support of the State Policy in the Field of Production of Functional Food Products and Food Products for Particular Nutritional Uses in the Russian Federation]. Available at: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/88318/> (In Russian) – Text electronic

5. *GOST R ISO 22935-2-2011. Moloko i molochnye produkty. Organolepticheskiy analiz. Chast' 2. Rekomenduemye metody organolepticheskoy otsenki* [GOST R ISO 22935-2-2011. Milk and Dairy Products. Organoleptic Analysis. Part 2. Recommended Practices of Organoleptic Assessment]. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/51223/?ysclid=m8pi01z2fc813754288> (In Russian) – Text electronic

6. *GOST R 54059-2010. Produkty pishchevye funktsional'nye. Ingredienty pishchevye funktsional'nye. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya* [GOST R 54059-2010. Functional Food Products. Food Functional Ingredients. Classification and General Requirements]. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/50895/?ysclid=m8pi3zjbt8159304121> (In Russian) – Text electronic

7. *TR TS 021/2011 Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza O bezopasnosti pishchevoy produktsii (s izmeneniyami na 22 aprelya 2024 goda)*. [CU TR 021/2011. Technical Regulations of the Customs Union on Food Safety (as Amended on April 22, 2024)]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320560?ysclid=m8pih26ptd630146553> (In Russian) – Text electronic

8. *GOST R 52349-2005. Produkty pishchevye. Produkty pishchevye funktsional'nye* [GOST R 52349-2005. Food Products. Functional Food Products]. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/2161/?ysclid=m8piclmn4j155650826> (In Russian) – Text electronic

9. *GOST R 55577-2013. Produkty pishchevye funktsional'nye. Informatsiya ob otlichitel'nykh priznakakh i effektivnosti* [GOST R 55577-2013. Functional Food Products. Information about Distinguishing Features and Effectiveness]. Available at: https://roskachestvo.gov.ru/upload/functional-products/GOST_producty_pischevie_spezializirovannie.pdf?ysclid=m8pivngy84432801318 (In Russian) – Text electronic

Sauce based on secondary dairy raw materials as a functional product

Kovaleva Mariya Alekseevna, a master`s degree student

e-mail: mariya.kovaleva.23@mail.ru

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

Kurenkova Lyudmila Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail: kurenkova.35@rambler.ru

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

Keywords: sauce, secondary dairy raw materials, functional product, fortified product, high-protein product, probiotic food product.

Abstract. The article substantiates the development of a functional sauce based on secondary dairy raw materials enriched with biologically active components. Modern diets, even with sufficient nutritive value, often do not provide the body with essential micronutrients making it necessary to develop specialized food products. The aim of the study has been to develop a recipe and evaluate the functional properties of a sauce based on ultrafiltration buttermilk concentrate with the addition of turmeric, dry garlic and salt, obtained by fermentation of a normalized pasteurized mixture. Standard methods of organoleptic evaluation (GOST R ISO 22935-2-2011), as well as calculation methods for determining the nutrient composition and energy value have been used in the work. A scale for assessing the organoleptic properties of milk-based sauce samples has been developed, the organoleptic properties of samples produced according to different recipes have been studied, and the best option has been selected. It is found that the best sauce sample has balanced organoleptic characteristics and high nutritional value. The food product is a functional one in terms of manganese content (16.65% of the daily value), choline (23.31%) and vitamin B₅ (22.02%). It is enriched with potassium (6.85%), copper (6%), magnesium (11.83%), iron (5.58%) and vitamin PP (12.6%), and belongs to high-protein (41.5% of energy due to protein content, complies with GOST R 55577-2013) and probiotic ones (due to the content of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* cultures). The energy value of the product was 78.05 kcal / 326.7 kJ per 100 g. The developed sauce meets modern trends in functional nutrition and can be recommended for the prevention of micronutrient deficiency.

Аспекты централизованной переработки молочной сыворотки и разработка безлактозного напитка на ее основе

Чеченихина Ольга Сергеевна, доктор биологических наук, доцент
e-mail: olgachech@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»

Лазарев Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент

e-mail: lazarva@usue.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»

Пищиков Геннадий Борисович, доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии и инжиниринга

e-mail: gbp@k66.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»

Ключевые слова: молочная сыворотка, безлактозный напиток, функциональный продукт, растительные компоненты, молочная промышленность.

Аннотация. Статья посвящена вопросам безотходной переработки вторичного молочного сырья – молочной сыворотки, образующейся в больших объемах на предприятиях Свердловской области, занимающихся производством сыра и творога. Приведена карта-схема возможного размещения такого хаба на основе анализа территориального расположения крупных молокоперерабатывающих предприятий. Приведены физико-химические параметры творожной и подсырной молочной сыворотки, состав и свойства. Разработана рецептура и технология безлактозного напитка на основе молочной сыворотки с добавлением настоя шиповника и экстракта мяты. Показана возможность эффективного использования ферментативного гидролиза

лактозы, подобрана оптимальные дозировки вносимых компонентов. Представлена рецептура и результаты физико-химической оценки готового продукта.

Введение

В современных условиях возрастания требований к рациональному использованию природных и сельскохозяйственных ресурсов, а также внедрению принципов безотходного производства, вопросы эффективной переработки побочных продуктов молочного производства приобретают особое значение.

Молоко и молочные продукты являются важными источниками необходимых питательных веществ для питания и здоровья человека с точки зрения развития организма и поддержания здорового обмена веществ. Главной особенностью данной пищевой группы является богатое содержание животных белков и целого ряда витаминов. К последним относятся как жирорастворимые формы (А, D, Е), так и водорастворимые. В частности, продукция содержит почти все витамины В-комплекса, такие как В1, В2, В5, В6, В9 и В12, каждый из которых выполняет свою функцию в организме. Также они богаты минеральными веществами, включая кальций, магний и фосфор. Хотя минералы составляют лишь малую часть питательных веществ в молоке (менее 1 % от общего состава молока), они выполняют множество функций в организме, в том числе участвуют в формировании структурных компонентов и биохимических процессах[1,2].

Из молока делают различные молочные продукты, такие как йогурт, мороженое и сыр, что увеличивает потребление молока и позволяет преодолеть ограничение, связанное с коротким сроком его хранения. Потребление молока и молокопродуктов населением в Свердловской области представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Потребление молока и молочных продуктов населением Свердловской области, кг на душу населения

Молочная сыворотка, являющаяся побочным продуктом молочного производства, представляет собой ценное сырье с высоким содержанием органических и минеральных веществ. Её высокая пищевая ценность и многообразные технологические возможности позиционируют её как вторичный молочный продукт.

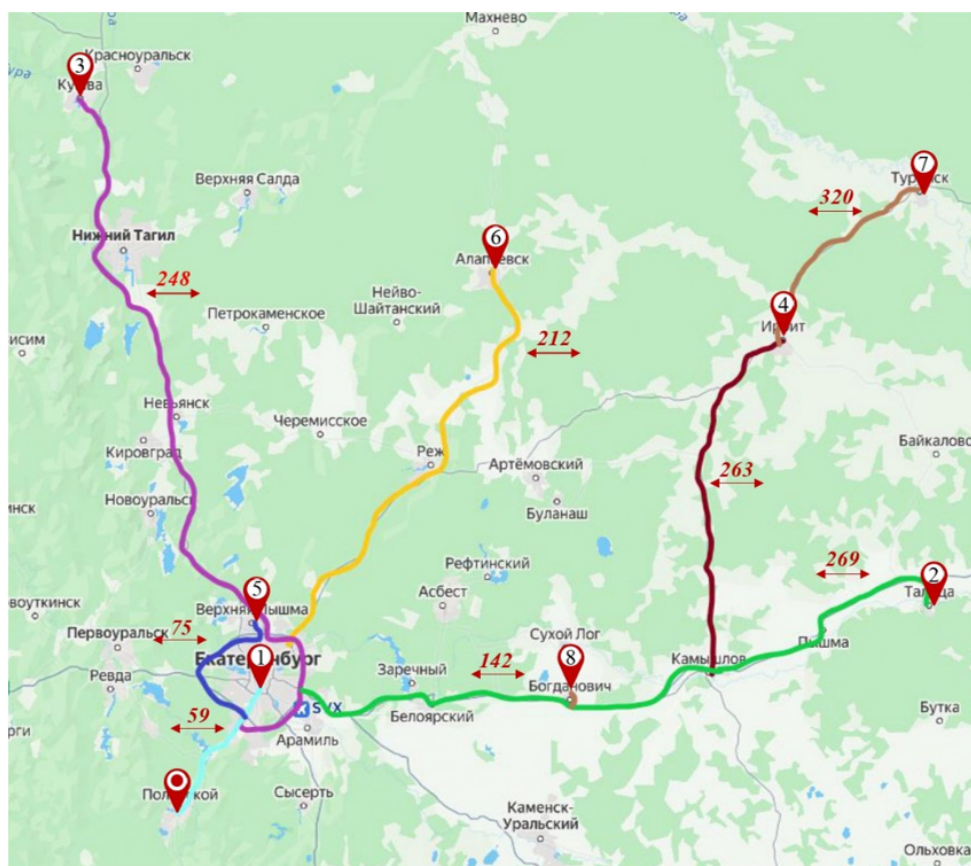
Глобальное производство сыворотки достигает 180-190 миллионов тонн в год, из которых только половина подвергается переработке. Значительный объём сыворотки, получаемой в ходе производства молочных продуктов, используется для изготовления разнообразных пищевых продуктов и добавок для кормов.

Наряду с этим, в Свердловской области выпускается широкий ассортимент молочной продукции. По данным Министерства агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области, регион входит в число лидеров по производству молока и молочных продуктов среди субъектов Российской Федерации. В 2024 году оно достигло 872,2 тыс.т., что подчеркивает важность региона в молочной промышленности Уральского федерального округа [3,4].

Увеличение объемов производства и переработки молока ведёт к увеличению количества молочной сыворотки. В последние несколько лет в связи с развитием технологий и более осознанным пониманием функциональных свойств сывороточных компонентов молочная сыворотка стала использоваться в производстве специализированных продуктов питания. В связи с этим более эффективное использование данного сырья требует централизации, что наиболее актуально для Свердловской области, как хорошо развитого и территориально обширного региона. Организация централизованной утилизации молочной сыворотки обладает рядом преимуществ:

- монетизация вторичного сырья для производителей;
- снижение негативного воздействия на окружающую среду;
- оптимизация затрат на производственные площади и ресурсы.

На основании карты расположения молокоперерабатывающих предприятий среднего и крупного масштаба в Свердловской области, для размещения специализированного комплекса логистически выгоден Полевской район. Размещение на транспортной развязке обеспечит охват всех точек забора сырья в пределах 4,5-часовой транспортной доступности (рисунок 2) [5].



1 – Екатеринбург, 2 – Талица, 3 – Кушва, 4 – Ирбит, 5 – Верхняя
Пышма, 6 – Алапаевск, 7 – Туринск; 8 – Богданович

Рисунок 2 — Карта-схема размещения предприятия – хаба централизованной комплексной переработки молочной сыворотки Свердловской области

Перспективным направлением утилизации молочной сыворотки является запуск производства функциональных напитков на ее основе. Добавление в рецептуру фруктовых концентратов, витаминных премиксов или натуральных ароматизаторов не только обогатит вкусоароматические свойства продукта, но и значительно повысит его биологическую ценность, открывая новые каналы сбыта и увеличивая рентабельность.

В связи с этим, было принято решение разработать напиток с до-

бавлением настоя шиповника и экстракта мяты, которые разнообразят палитру вкусов и повысят ценность конечного продукта.

Настой шиповника – хороший источник витамина С. Добавление его в напиток способствует повышению антиоксидантной активности и улучшению вкусоароматических характеристик за счет кислоты, которая характерна для шиповника. Экстракт мяты добавляется с целью формирования освежающего вкуса. Также мята способствует улучшению пищеварения, устраняя вздутие, тошноту и спазмы.

Молочный сахар (лактоза) – это дисахарид, в структуру которого входят галактоза и глюкоза. Он присутствует во всех продуктах переработки молока. Поскольку кишечная стенка способна абсорбировать лишь моносахариды, для усвоения лактозы требуется ее предварительный гидролиз. Когда активность специфического фермента – лактазы – снижена, нерасщепленный дисахарид вызывает симптомы, характерные для синдрома непереносимости лактозы [6]. Фермент лактаза (научное название – β -галактозидаза) продуцируется клетками слизистой оболочки тонкой кишки. Его биологическая роль заключается в катализе реакции гидролитического расщепления лактозы на моносахариды.

С технологической точки зрения, ценность β -галактозидазы заключается в ее способности разрывать β -гликозидные связи. Благодаря этому свойству фермент применяется в пищевой промышленности для модификации молочной продукции: он гидролизует лактозу, делая ее доступной для употребления людьми с гиполактазией [7-10].

Цель исследований – разработка рецептуры и анализ качества безлактозного напитка, созданного на основе молочной сыворотки с использованием ферментативного гидролиза, также в состав напитка будут добавлены растительные компоненты.

Методика и методы исследования

В ходе производства напитка и оценки его органолептических и физико-химических характеристик применены общепризнанные и стандартизированные методики исследования.

Проведение пробной подготовки и анализа осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 26809.1-2014. Определение титруемой кислотности проводилось согласно ГОСТ 3624-92. Массовую долю лактозы определяли с помощью прибора – анализатора молока «Эксперт профи». Измерение pH проводили согласно ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности. Органолептические показатели оценивались в соответствии с требованиями ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная – сырье. Технические условия. Для определения водорастворимых витаминов использовали метод, указанный в общей фармакопейной статье (ОФС) – ОФС.1.2.3.0017.15 Методы количественного определения витаминов.

С целью обеспечения сходимости результатов, все экспериментальные исследования проведены в двух повторностях.

Состав молочной сыворотки зависит от вырабатываемого продукта. В таблице 1 представлен химический состав разных видов молочной сыворотки[12].

Таблица 1 – Химический состав молочной сыворотки

Показатели	Молочная сыворотка		
	подсырная	казеиновая	творожная
Сухое вещество, %	4,5-7,2	4,5-7,5	4,2-7,4
Лактоза, %	3,9-4,9	3,5-5,2	3,2-5,1
Белок, %	0,5-1,1	0,5-1,5	0,5-1,4
Минеральные соли, %	0,3-0,8	0,3-0,9	0,5-0,8
Кислотность, Т	15-25	50-120	50-85

Из данных таблицы 1 видно, что сыворотки имеют примерно одинаковые показатели. Однако подсырная сыворотка в отличие от казеиновой и творожной отличается показателем титруемой кислотности. В творожной сыворотке этот показатель в четыре раза выше, чем в подсырной, что ограничивает её использование для производства напитков. Из этого следует, что для производства безлактозного напитка следует отдавать предпочтение подсырной сыворотке.

Также для расщепления лактозы в сыворотке применяли стандартизированный жидкий ферментный препарат β -галактозидазы «Na-Lactase-2100».

Результаты исследований

Приготовление напитка проводили в два этапа. Для сохранения качества подсырной сыворотки на начальном этапе ее подвергали пастеризации при температуре 90 ± 5 °С в течение 10 минут. Затем сыворотку охлаждали до температуры 40 °С и вносили фермент для расщепления лактозы. После чего выдерживали смесь в течение 2 часов. Полученный продукт фильтровали и снова проводили пастеризацию.

На втором этапе добавляли настой шиповника и экстракт мяты, перемешивали. Для приготовления настоя из шиповника необходимо 20 г вымытых сухих плодов залить двумя стаканами кипятка и прокипятить в закрытой эмалированной или фаянсовой посуде в течение десяти минут. После этого настой следует оставить настаиваться в течение десяти-восемнадцати часов, процедить через два-три слоя марли и отжать оставшиеся плоды [11].

В таблице 2 приведена рецептура безлактозного напитка на основе молочной сыворотки. Оптимальное соотношение компонентов определяли экспериментально, учитывая дегустационную оценку продукта.

Таблица 2 – Рецептuru безлактозного напитка на основе молочной сыворотки с настоем шиповника и экстрактом мяты на 1000 г продукта

Наименование компонента	Ед. измерения	Количество
Сыворотка молочная	мл	800
Настой шиповника	мл	100
Экстракт мяты	мл	8
Сахар	гр	92

В рецептуру внесен ферментный препарат дозировкой $0,15\% \pm 0,02$ от массы продукта. Оптимальная дозировка фермента β -галактозидазы «Na-Lactase-2100» установлена экспериментально путём подбора условий, обеспечивающих эффективное снижение содержания лактозы в готовом продукте.

Готовый продукт обладал приятным молочным вкусом, легкой текстурой, с незначительным осадком ягод шиповника. Проведены физико-химические исследования контроля качества готового продукта, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели готового продукта

Наименование показателя	Безлактозный напиток на основе молочной сыворотки
Титруемая кислотность, °Т	$26 \pm 0,3$
pH	$5,5 \pm 0,25$
Массовая доля лактозы, %	$0,1 \pm 0,01$

Основываясь на данных ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), продукт классифицируется как безлактозный при содержании лактозы не более $0,1$ г на 1 дм³. Исходя из полученных значений таблицы 3 видно, что данный продукт соответствует требованиям ТР ТС 033/2013 и его можно классифицировать как безлактозный напиток.

Используя метод ОФС.1.2.3.0017.15 Методы количественного определения витаминов, определено содержание водорастворимых витаминов в продукте (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание водорастворимых витаминов, мкг/100 г

Показатель	Значения
Аскорбиновая кислота (витамин С)	134±0,1
Пантотеновая кислота (витамин В5)	302±0,1
Пиридоксин (витамин В6)	359±0,1
Никотиновая кислота (витамин РР)	15±0,1
Тиамин (витамин В1)	34±0,1
Фолиевая кислота (витамин В9)	67±0,1
Рибофлавин (витамин В2)	98±0,1

Продукт содержит в себе достаточное количество пантотеновой, фолиевой кислоты, пиридоксина и рибофлавина, которые играют ключевую роль в обмене веществ, поддержании энергии и здоровье нервной системы.

Выводы

Разработка безлактозного напитка на основе молочной сыворотки с добавлением растительных компонентов является эффективным направлением переработки вторичных молочных ресурсов.

Реализация технологии ферментативного гидролиза лактозы с внесением растительных компонентов обеспечит функциональным продуктом широкий круг потребителей.

Предложенная модель по централизованной переработке молочной сыворотки в Свердловской области может послужить основой для развития регионального молочного комплекса, снизить негативное воздействие на окружающую среду, а кроме того, сформировать линейку инновационных продуктов питания.

Литература:

1. Кудрина, М. А. Пищевая ценность коровьего молока / М. А. Кудрина, И. С. Кожевникова, Н. А. Худякова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 12(189). – С. 229-236. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-229-236. – EDN TSNXFJ.
2. Чеченихина, О. С. Оценка качества молочного сырья в условиях применения интенсивных роботизированных и баромембранных технологий / О. С. Чеченихина, В. А. Лазарев // Индустрия питания. – 2024. – Т. 9, № 4. – С. 43-50. – DOI 10.29141/2500-1922-2024-9-4-5. – EDN ТОСJMZ.
3. Кручинин, А. Г. Интегративный подход к классификации молочной сыворотки / А. Г. Кручинин, Е. И. Мельникова, И. А. Барковская // Сыроделие и маслоделие. – 2024. – № 1. – С. 93-98. – DOI 10.21603/2073-4018-2024-1-7. – EDN VQDLTI.
4. Тарасов, А. В. Функциональные сывороточные напитки с растительными ингредиентами / А. В. Тарасов, Н. В. Заворохина

// Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: Сборник научных статей и докладов V Международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 апреля 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2024. – С. 226. – EDN PWMMVS.

5. Лазарев, В. А. Централизованная переработка сыворотки на примере Свердловской области / В. А. Лазарев, О. В. Чугунова, Т. А. Титова // Молочная промышленность. – 2020. – № 2. – С. 35-37. – DOI 10.31515/1019-8946-2020-02-35-37. – EDN QJPWBZ.

6. Тоса, М.С.; Fernández, A.; Orsi, M., et al. Lactose intolerance: myths and facts. An update. Archivos Argentinos de Pediatría. 2022. Vol. 120, Iss. 1. Pp. 59–66. DOI: <https://doi.org/10.5546/aap.2022.eng.59>.

7. Lactose intolerance: myths and facts. An update [Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización] / M.D.C. Toca [et al.] // Archivos argentinos de pediatría. 2022. Vol. 120. No. 1. P. 59–66.

8. Titov, E. I. Research of lactose hydrolysis depending on the type of the enzyme / E. I. Titov, N. A. Tikhomirova, B. C. Nguyen [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 82040. – DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082040.

9. Złotkowska, D.; Stachurska, E.; Fuc, E., et al. Differences in regulatory mechanisms induced by β -lactoglobulin and κ -casein in cow's milk allergy mouse model – in vivo and ex vivo studies. Nutrients. 2021. Vol. 13, Iss. 2. Article Number: 349. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu13020349>.

10. Czyzewska, K., & Trusek, A. (2022). Critical Parameters in an Enzymatic Way to Obtain the Unsweet Lactose-Free Milk Using Catalase and Glucose Oxidase Co-Encapsulated into Hydrogel with Chemical Cross-Linking. Foods, 12(1), 113. <https://doi.org/10.3390/foods12010113>

11. Келдибекова Д. А., Мамаев А. В. Перспективы использования биологически активного комплекса шиповника в технологии функционального сывороточного напитка // Научный журнал молодых ученых. 2014. №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-biologicheskii-aktivnogo-kompleksa-shipovnika-v-tehnologii-funktsionalnogo-syvorotochnogo-napitka>.

12. Храмцов, Андрей Георгиевич (1936-). «Феномен молочной сыворотки [Текст]: монография» / А. Г. Храмцов. — Санкт-Петербург : Профессия, 2011. — 802 с. : ил., табл., факс. : 25 см. ISBN 978-5-904757-18-2.

References:

1. Kudrina M. A., Kozhevnikova I. S., Khudyakova N. A. Nutritional value of cow's milk. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2022, no. 12(189), pp. 229-236. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-229-236. EDN TSNXFJ
2. Chechenikhina O. S., Lazarev V. A. Assessment of the quality of dairy raw materials under conditions of application of intensive robotic and baromembrane technologies. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 2024, v. 9, no. 4, pp. 43-50. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.29141/2500-1922-2024-9-4-5. EDN TOCJMZ
3. Kruchinin A. G., Mel`nikova E. I., Barkovskaya I. A. An integrative approach to the classification of whey. *Syrodellie i maslodellie* [Cheesemaking and Buttermaking], 2024, no. 1, pp. 93-98. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.21603/2073-4018-2024-1-7. EDN VQDLTI
4. Tarasov A. V., Zavorokhina N. V. Functional whey drinks with plant-derived ingredients. *Innovatsionnye resheniya pri proizvodstve produktov pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya: Sbornik nauchnykh statey i dokladov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Voronezh, 19–20 aprelya 2024 goda.* [Innovative Solutions in the Production of Food Products from Plant Raw Materials: Collection of Scientific Articles and Reports of the V International Research-to-Practice Conference, Voronezh, April 19–20, 2024]. Voronezh, Voronezh State University of Engineering Technologies Publ., 2024, p. 226. (In Russian) – Text electronic. EDN PWMMVS
5. Lazarev V. A., Chugunova O. V., Titova T. A. Centralized processing of whey using the example of the Sverdlovsk Region. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2020, no. 2, pp. 35-37. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.31515/1019-8946-2020-02-35-37. EDN QJPWBZ
6. Toca M. C., Fernández A., Orsi M., et al. Lactose intolerance: myths and facts. An update. *Argentine Archives of Pediatrics*, 2022, v. 120, iss. 1, pp. 59–66. (In English) – Text electronic. DOI: <https://doi.org/10.5546/aap.2022.eng.59>
7. Toca M. D. C., et al. Lactose intolerance: myths and facts. An update. *Argentine Archives of Pediatrics*, 2022, v. 120, no. 1, pp. 59–66. (In English) – Text direct
8. Titov E. I., Tikhomirova N. A., Nguyen B. C., et al. Research of lactose hydrolysis depending on the type of the enzyme. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, June 18–20, 2020.* Volgograd, Krasnoyarsk, Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020, v. 548, p. 82040. (In English) – Text electronic. DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082040

9. Złotkowska D., Stachurska E., Fuc E., et al. Differences in regulatory mechanisms induced by β -lactoglobulin and κ -casein in cow's milk allergy mouse model – in vivo and ex vivo studies. *Nutrients*, 2021, v. 13, iss. 2, no. 349. (In English) – Text electronic. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu13020349>

10. Czyzewska K., Trusek A. Critical parameters in an Eenzymatic way to obtain the unsweet lactose-free milk using catalase and glucose oxidase co-encapsulated into hydrogel with chemical cross-linking. *Foods*, 2022, no. 12(1), p. 113. (In English) – Text electronic. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12010113>

11. Keldibekova D. A., Mamaev A. V. Prospects for the Use of Rosehip Biologically Active Complex in the Technology of Functional Whey Drink. *Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh* [Scientific Journal of Young Scientists], 2014, no. 1(2). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-biologicheski-aktivnogo-kompleksa-shipovnika-v-tehnologii-funktsionalnogo-syvorotochnogo-napitka> (In Russian) – Text electronic

12. Khramtsov A. G. *Fenomen molochnoy syvorotki: monografiya* [The Phenomenon of Milk Whey: Monograph]. Saint Petersburg, Professiya Publ., 2011. 802 p. (In Russian) – Text electronic. ISBN 978-5-904757-18-2

Aspects of centralized milk whey processing and the development of a lactose-free drink based on it

Chechenikhina Ol`ga Sergeevna, Doctor of Sciences (Biology), Associate Professor

e-mail: olgachech@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State University of Economics

Lazarev Vladimir Aleksandrovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor

e-mail: lazarva@usue.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State University of Economics

Pishchikov Gennadiy Borisovich, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, the Department of Biotechnology and Engineering

e-mail: gbp@k66.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State University of Economics

Keywords: milk whey, lactose-free drink, functional product, plant-based components, dairy industry.

Abstract. The article is devoted to the issues of waste-free processing of secondary dairy raw materials – milk whey, which is produced in large volumes at enterprises in the Sverdlovsk Region engaged in the production of cheese and cottage cheese. A schematic map of the potential location of such a hub station has been provided, based on an analysis of the geographical locations of large dairy processing plants. The physicochemical parameters of cheese and cottage cheese whey, as well as their composition and properties, have been presented. A formulation and processing method for a lactose-free drink based on whey with the addition of rosehip infusion and mint extract have been developed. The feasibility of effective enzymatic hydrolysis of lactose has been demonstrated, and optimal dosages of the added components have been determined. The formulation and results of a physicochemical evaluation of the finished food product have been presented.

Влияние некоторых солей на растворимость лактозы

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 академия имени Н.В. Верещагина

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 академия имени Н.В. Верещагина

Шохалова Вероника Николаевна, кандидат технических наук, начальник отдела обеспечения лабораторной деятельности

e-mail: v-shohalova@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»

Ефанова Елизавета Андреевна, студент-бакалавр

e-mail: efok.lizanova@gmail.com

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

Ключевые слова: лактоза, растворимость, коэффициент насыщения, вязкость.

Аннотация. В работе экспериментально изучена растворимость лактозы и вязкость насыщенных растворов в присутствии хлоридов натрия и кальция и бикарбоната натрия. Установлено, что соли кальция обладают меньшей растворяющей способностью по сравнению с солями натрия. В небольших количествах (менее 5%) соли кальция способны снижать растворимость лактозы и интенсифицировать процесс кристаллизации. Анион хлора является более сильным мелассообразователем по сравнению с анионом углекислоты. Установленные закономерности следует учитывать в промышленном производстве молочного сахара.

Актуальность

Основными параметрами, влияющими на процесс кристаллизации лактозы, являются: пересыщение, температура, гидромеханические условия, а также наличие в пересыщенных растворах примесей (несахаров).

Примеси могут содержаться в исходном сырье или попадать в раствор на стадиях технологической обработки, например, при очистке молочной сыворотки реагентами.

В настоящее время для очистки молочной сыворотки эффективно применяются баро- и электромембранные методы, такие как ультра- и нанофильтрация, обратный осмос и электродиализ [1–5]. Наряду с ними широко используются химические способы: кислотный, щелочной, кислотно-щелочной, хлор-кальциевый и безреагентный [6].

Например, при щелочном или кислотно-щелочном способе в сыворотку добавляют 10%-ный раствор гидроксида натрия или 10%-ный раствор гидрокарбоната натрия. Хлор-кальциевый способ предполагает внесение 20%-ного раствора хлорида кальция. Для повышения эффективности очистки сыворотки от белков и снижения затрат авторы [7] предложили метод раскисления 10%-ным раствором гидроксида натрия до pH 6,5–7,2 с последующим добавлением 40%-ного раствора хлорида кальция в количестве 0,1–0,4 г/л. Кроме того, хлорид натрия попадает в молочную сыворотку в процессе производства сыра (при посолке). Также был разработан способ раскисления и очистки творожной сыворотки сухими реагентами: оксидом или гидроксидом кальция [8].

В результате в пересыщенный раствор лактозы могут попадать катионы натрия и кальция, а также анионы хлора и углекислоты.

В связи с этим представляет интерес исследовать влияние этих ионов на растворимость лактозы, а следовательно, на процесс кристаллизации и выход молочного сахара.

Влияние некоторых примесей на растворимость лактозы изучалось в работах [9–14]. Исследования [9] показали, что растворимость лактозы в сывороточном пермеате выше, чем в воде. В лактозо-белковых смесях растворимость также отличается от растворимости в чистой воде [10, 11]. В работе [12] изучено влияние белков и показано, что растворимость зависит от их концентрации: с увеличением содержания белков растворимость лактозы сначала возрастает, а затем стабилизируется.

Одним из объяснений повышенной растворимости лактозы может быть образование комплексов [13]. Например, лактоза образует нерастворимый комплекс с кальцием. Гидроксид бария также образует комплекс с лактозой, но он менее устойчив, чем комплекс кальций-лактоза [14]. Существенное влияние на растворимость лактозы и её кристаллизацию оказывают минеральные соли. Так, хлорид лития снижает рас-

творимость и увеличивает скорость роста кристаллов, в то время как гидрофосфат калия действует противоположным образом [15].

В работе [16] определялась растворимость лактозы в присутствии некоторых солей. Было установлено, что в области низких концентраций соли снижали растворимость, однако при дальнейшем увеличении их концентрации наблюдался некоторый рост растворимости лактозы.

Таким образом, растворимость лактозы напрямую влияет на пересыщение раствора, что, в свою очередь, определяет ход процесса кристаллизации, выход и качество готового молочного сахара.

Целью работы является экспериментальное изучение растворимости лактозы и вязкости насыщенных растворов в присутствии катионов натрия и кальция и анионов хлора и уголекислоты.

Методы исследования

Для определения растворимости лактозы готовили ее насыщенные растворы. Для этого в термостатируемый стакан при температуре $20 \pm 0,5$ °С вносили навеску лактозы и при непрерывном перемешивании постепенно добавляли из термостатируемой пипетки водный раствор соли концентрацией 0–20 %. Процесс вели до полного растворения кристаллов, которое контролировали визуально по исчезновению твердой фазы. Время достижения насыщения составляло 6–10 часов. Состав насыщенного раствора лактозы определяли по массовой доле сухих веществ, измеренной на рефрактометре. Растворимость, выраженную в виде моногидрата лактозы, пересчитывали на безводную форму с учетом соотношения их молекулярных масс. Вязкость насыщенных растворов измеряли с помощью вискозиметра Гепплера. Все опыты проводили в трехкратной повторности; их результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав насыщенных растворов лактозы в присутствии некоторых примесей при 20°C, % масс

NaHCO ₃	NaCl	CaCl ₂	Лактоза	Вода	Вязкость, $\mu \cdot 10^3$ Па.с
-	-	-	16,1	83,90	1,71
1,70	-	-	14,70	83,60	1,72
3,40	-	-	14,55	82,05	1,80
6,70	-	-	15,72	77,58	1,90
14,71	-	-	17,28	68,01	2,98
-	-	2,50	14,67	82,83	1,74
-	-	5,03	12,68	82,29	1,97
-	-	9,20	12,79	78,01	2,32
-	-	19,68	15,50	64,82	4,32
-	1,34	-	15,32	83,34	1,71
-	2,65	-	15,30	82,05	1,85
-	5,24	-	16,00	78,76	1,90
-	12,30	-	16,88	70,82	2,36

Для оценки растворимости лактозы по экспериментальным данным (таблица 1) был рассчитан коэффициент насыщения. Коэффициент насыщения, как известно, учитывает влияние различных примесей на растворимость лактозы и рассчитывается как отношение:

$$K_n = \frac{H_n}{H_0}, \quad (1)$$

где H_i - растворимость лактозы в данном растворителе, кг/кг воды;

H_0 - растворимость лактозы в воде при той же температуре, кг/кг воды.

Коэффициент насыщения K_n и его зависимость от концентрации добавок в растворителе (H_c) представлена на рисунке 1.

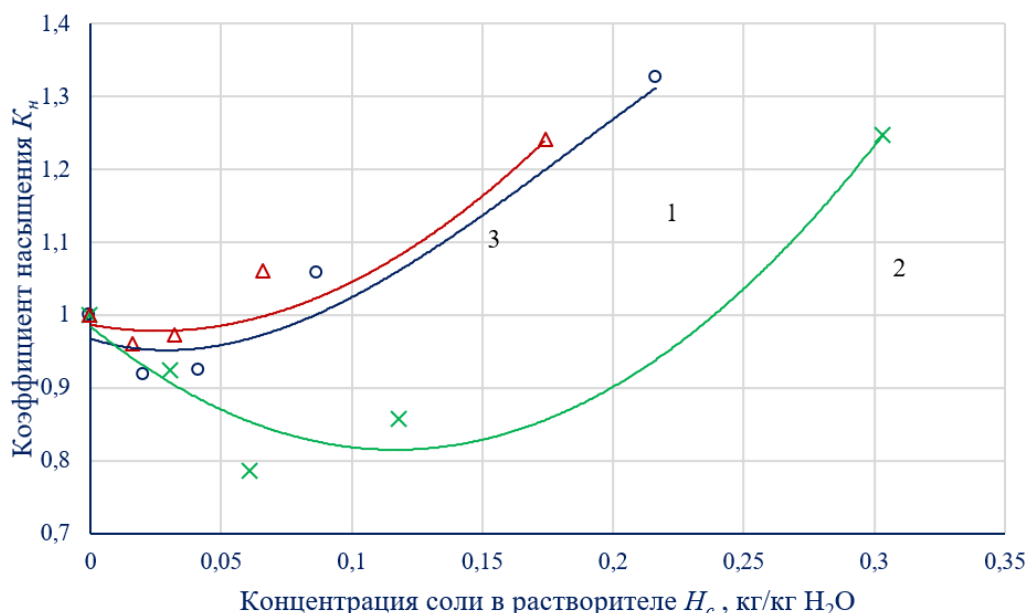


Рисунок 1 – Влияние некоторых солей на коэффициент насыщения K_n :
1 – $NaHCO_3$; 2 – $CaCl_2$; 3 – $NaCl$.

Согласно рисунку 1, с ростом концентрации солей в растворителе коэффициент насыщения сначала уменьшается, а затем возрастает. Первоначальное снижение растворимости связано с гидратацией ионов электролитов. Как указано в [16], гидратационная способность катионов усиливается в ряду $Na^+ \rightarrow Ca^{2+}$, причем соли кальция обладают наибольшим водоотнимающим эффектом. Последующее повышение растворимости при дальнейшем увеличении концентрации солей, вероятно, объясняется процессами комплексообразования и ассоциацией ионов с формированием общих гидратных оболочек [16, 17]. Эти процессы высвобождают часть молекул воды, которые затем участвуют в растворении лактозы.

Установленные закономерности по изменению коэффициента насыщения K_H были описаны с помощью уравнения:

$$K_H = 1 - a_1 H_c + a_2 H_c^2 - a_3 H_c^3, \quad (2)$$

где H_c – содержание соли в растворителе, кг/кг H_2O ;
 a_1, a_2, a_3 – коэффициенты.

Значения коэффициентов a_1, a_2, a_3 в уравнении (2) представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значение коэффициентов в уравнении (2)

Коэффициент	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$
a_1	1,0931	0,6653	5,604
a_2	20,273	12,951	44,774
a_3	36,339	4,4513	78,363

С использованием коэффициентов из уравнения (2) был рассчитан коэффициент насыщения. Расчётные значения удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными, демонстрируя среднее относительное отклонение $\pm 3,66\%$.

Вязкость оказывает значительное влияние на процесс кристаллизации и, особенно на стадию зарождения новой фазы. Результаты экспериментальных данных по вязкости (таблица 1) были представлены графически на рисунке 2.

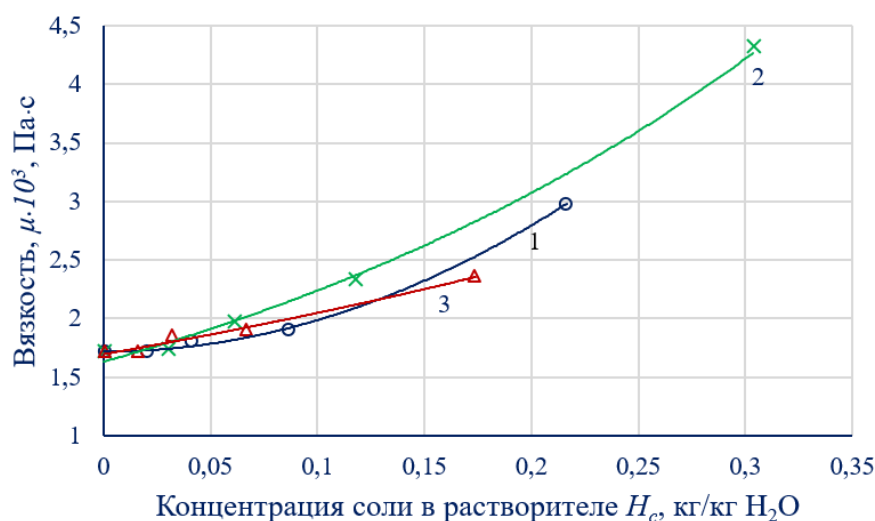


Рисунок 2 – Влияние некоторых солей на вязкость насыщенных растворов лактозы μ :
 1 – $NaHCO_3$; 2 – $CaCl_2$; 3 – $NaCl$.

Исследование вязкости насыщенных растворов лактозы в присутствии солей также выявило две характерные области (рисунок 2). В первой области, при низких концентрациях солей (H_c), вязкость растет незначительно. Во второй области с ростом концентрации наблюдается более интенсивное увеличение вязкости. При этом вязкость насыщенного раствора лактозы с хлоридом кальция хлорида кальция ($CaCl_2$) возрастает в наибольшей степени.

Экспериментальные данные по вязкости μ насыщенных растворов были аппроксимированы с помощью уравнения:

$$\mu = 1,71 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(C \cdot H_c), \quad (3)$$

где μ – динамический коэффициент вязкости насыщенных растворов лактозы в присутствии добавок, Па·с;

H_c – содержание соли в растворителе, кг/кг H_2O ;

C – коэффициент.

Значения коэффициента C в уравнении (3) представлены в таблице 3.

Таблица 3-Значения коэффициента C в уравнении (3)

Добавка	$NaHCO_3$	$NaCl$	$CaCl_2$
Коэффициент C	2,65	1,88	3,16

По уравнению (2) были рассчитаны значения вязкости насыщенных растворов лактозы в присутствии солей, среднее относительное отклонение расчетных значений от экспериментальных составило $\pm 3,73\%$.

Выводы

1. Соли кальция обладают меньшей растворяющей способностью по сравнению с солями натрия.

2. В небольших количествах (менее 5%) соли кальция способны снижать растворимость лактозы и интенсифицировать процесс кристаллизации.

3. Анион хлора является более сильным мелассообразователем по сравнению с анионом углекислоты.

4. Установленные закономерности следует учитывать в промышленном производстве молочного сахара.

Литература:

1. Информационное обеспечение наилучших доступных технологий пищевой промышленности: монография/ А.Г. Храмов, А.А. Браци-

- хин, А.А. Борисенко [и др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2019. – 312с.
2. Храмов, А.Г. ЛАКТОМИКА – наука о молоке. Модернизация наших представлений / А.Г. Храмов // Молочная промышленность. – 2011. – №6. – С.45–48.
 3. Евдокимов, И.А. Реальные мембранные технологии / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, М.С. Золотарева // Молочная промышленность. – 2010. – №1. – С.49– 50.
 4. 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.
 5. Гнездилова, А.И. Технологические аспекты мелассообразования при кристаллизации лактозы / А.И. Гнездилова // Молочнохозяйственный вестник. – 2019.– №4(36). – С.155–164.
 6. Сборник технологических инструкций по производству молочного сахара. - М.: Минмясомолпром, 1980. - 38 с.
 7. Пат. 2025076 С1 РФ, МПК А23С21/00, 7/00 Способ очистки молочной сыворотки / А.Г. Храмов, Е.Р. Абдулина, И.А. Евдокимов; заявитель и патентообладатель Ставропольский политехнический институт. – №4912050/13; заявл.18.02.1991; опубл.30.12.1994.
 8. Пат. 2845453 РФ МПК А23С 21/00. Способ очистки молочной сыворотки / В.А. Шохалов, А.И. Гнездилова, В.Н. Шохалова, А.А. Кузин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Вогогодская ГМХА. – № 2025103561 заявл. 18.02.2025; опубл. 19.08.2025.
 9. Haque, M.K., Roos, Y.H. Water sorption and plasticization behavior of spray-dried lactose/protein mixtures. *Journal of Food Science*, 2004, no.69, pp.384–391. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2004.TB09900.X>
 10. Haque, M.K., Roos, Y.H. Crystallization and X-ray diffraction of crystals formed in water-plasticized amorphous spray-dried and freeze-dried lactose/protein mixtures. *Journal of Food Science*, 2006, no.70, pp.359–366. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09977.x>
 11. Miao, S., Roos, Y.H. Crystallization kinetics and X-ray diffraction of crystals formed in amorphous lactose, trehalose, and lactose/trehalose mixtures. *Journal of Food Science*, 2006, no. 70, pp. 350– 358. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09976.x>
 12. Перельгин, В.М. Влияние белков на растворимость лактозы / В.М. Перельгин, А.И. Гнездилова, В.А. Шохалов, Т.В. Дединец // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №12. – С. 34– 35.
 13. Wong, N.P. *Fundamentals of dairy chemistry*, 3rd ed. CBS Publishers & Distributors, New York, 1998. –779p.
 14. Nickerson, T.A. Lactose. In B.H. Webb, A.H. Johnson, & J.A. Alford (eds.), *Fundamentals of Dairy Chemistry* (2nd ed.). Westport, CA, USA: AVI Publishing, 1974, pp. 273-324.
 15. Bhargava, A., Jelen, P. Lactose solubility and crystal growth as

affected by mineral impurities. *Journal of Food Science*, 1996, no.61, pp. 180–184. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14754>

16. Гнездилова, А.И. Развитие научных основ кристаллизации лактозы и сахарозы в многокомпонентных водных растворах: автореф. дисс.... докт. техн. наук. – М., 2000. – 46 с.

17. Полянский, К.К. Кристаллизация лактозы: физико-химические основы / К.К. Полянский, А.Г. Шестов. – Воронеж: ВГУ, 1995. – 184 с.

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, GIORD Publ., 2019. 312p. (In Russian) – Text direct

2. Khramtsov A.G. Lactomics as a science of milk. Upgrading of our understandings. *Molochnaya promyshlennost' [Dairy Industry]*, 2011, no.6, pp.45-48. (In Russian) – Text direct

3. 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.

4. 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

5. 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

6. Sbornik tekhnologicheskikh instruktsiy po proizvodstvu molochnogo sakhara [Proceedings of Technological Instructions for Milk Sugar Production]. Moscow, Minmyasomolprom Publ., 1980. 38 p. (In Russian) – Text direct

7. 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

8. Shokhalov V.A., Gnezdilova A.I., Shokhalova V.N., Kuzin A.A Sposob ochistki molochnoy syvorotki [Method of milk whey clarification]. Patent RF, no. 2845453, 2025. (In Russian) – Text direct

9. Haque M.K., Roos Y.H. Water sorption and plasticization behavior of spray-dried lactose/protein mixtures. *Journal of Food Science*, 2004, no.69, pp.384–391. Available at: doi.org/10.1111/J.1365-2621.2004.TB09900.X (In English) – Text electronic

10. Haque M.K., Roos Y.H. Crystallization and X-ray diffraction of crystals formed in water-plasticized amorphous spray-dried and freeze-dried lactose/protein mixtures. *Journal of Food Science*, 2006, no.70,

pp.359–366. Available at: doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09977.x (In English) – Text electronic

11. Miao S., Roos, Y.H. Crystallization kinetics and X-ray diffraction of crystals formed in amorphous lactose, trehalose, and lactose/trehalose mixtures. *Journal of Food Science*, 2006, no. 70, pp. 350– 358. Available at: doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09976.x (In English) – Text electronic

12. Perelygin V.M., Gnezdilova A.I., Shokhalov V.A., Detinets T.V. Protein effect on lactose solubility. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2003, no. 12, pp. 34-35. (In Russian) – Text direct

13. Wong N.P. *Fundamentals of dairy chemistry*, 3rd ed. CBS Publishers & Distributors, New York, 1998. 779p. (In English) – Text direct

14. Nickerson T.A. Lactose. In B.H. Webb, A.H. Johnson, & J.A. Alford (eds.), *Fundamentals of Dairy Chemistry* (2nd ed.). Westport, CA, USA: AVI Publishing, 1974, pp. 273-324. (In English) – Text direct

15. Bhargava A., Jelen P. Lactose solubility and crystal growth as affected by mineral impurities. *Journal of Food Science*, 1996, no.61, pp. 180–184. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14754>. (In English) – Text electronic

16. Gnezdilova A.I. *Razvitie nauchnykh osnov kristallizatsii laktozy i sakharozy v mnogokomponentnykh vodnykh rastvorakh*. Avtoreferat Dokt. Diss. [Development of the scientific basis for the crystallization of lactose and sucrose in multicomponent water solutions. Abstract of Doctor's thesis]. Moscow, 2000. 46 p. (in Russian) – Text direct

17. Polyanskiy K.K., Shestov A.G. *Kristallizatsiya laktozy: fiziko-khimicheskie osnovy* [Lactose crystallization: physicochemical fundamentals]. Voronezh, Voronezh State University Publ., 1995. 184 p. (in Russian) – Text direct

Effect of some salts on lactose solubility

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Science (Engineering), Professor of the Technological Equipment Department

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

Shokhalov Vladimir Alekseevich, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Technological Equipment Department

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

Shokhalova Veronika Nikolaevna, Candidate of Science (Engineering), Head of the Laboratory Support Department

Federal Budgetary Institution of Healthcare Center for Hygiene and Epidemiology in the Vologda Region

Efanova Elizaveta Andreevna, bachelor student

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

Keywords: lactose, solubility, saturation coefficient, viscosity

Abstract. The present work studies experimentally lactose solubility and the viscosity of saturated solutions in the presence of sodium and calcium chlorides as well as sodium bicarbonate. It has been established that calcium salts have lower dissolving capacity compared to sodium salts. In small amounts (less than 5%), calcium salts can reduce lactose solubility and intensify the crystallization process. The chloride anion is a stronger molasses former than the carbon dioxide anion. The established patterns should be taken into account in industrial manufacturing of milk sugar.

Поточный кристаллизатор-охладитель для сгущенных молочных консервов с сахаром

Виноградова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент, кафедры технологического оборудования

e-mail: vinogradova_vgmha@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»

Ключевые слова: кристаллизация, лактоза, кристаллизатор, охлаждение, сгущенный молочный продукт с сахаром

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы неконтролируемой кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром. Проанализированы факторы, влияющие на размеры кристаллов лактозы: температура, перемешивание, наличие затравки, ультразвук, электрическое и магнитное поля, а также присутствие примесей. Обоснована необходимость создания оптимальных условий для образования большого количества мелких (до 10 мкм) кристаллов путем реализации двухступенчатого охлаждения. Представлена разработка кристаллизатора-охладителя с двумя основными частями - спиральной и шнековой - обеспечивающего непрерывный процесс кристаллизации и контролируемый рост кристаллов лактозы. Предложенный аппарат позволяет повысить качество сгущенных молочных консервов за счет рационального регулирования температурного режима и механического воздействия на кристаллизацию с применением пропиленгликолевой системы охлаждения.

Введение

В молочной промышленности процесс кристаллизации непосредственно связан с получением молочного сахара,

производством сухого молока, мороженого, сухой молочной сыворотки и сгущенного молока с сахаром [1-3]. В технологических процессах последних продуктов неконтролируемая кристаллизация способствует формированию крупных кристаллических структур лактозы, что придает изделиям мучнистую и иногда песчанистую текстуру, сокращая сроки годности продукции. [4].

Факторы кристаллизации лактозы

Анализ компонентного состава сгущенного молока с сахаром показывает, что лактоза пребывает в состоянии пересыщения, что обуславливает ее способность к кристаллизации. Для снижения пересыщения и предотвращения неконтролируемого роста кристаллов лактозы необходимо создавать условия, способствующие возникновению максимально возможного количества мелкодисперсных кристаллов с размером, не превышающим 10 мкм. К таким условиям относятся: температурный режим, режим перемешивания, а также использование затравки.

Температура кристаллизации оказывает в целом положительное влияние на скорость роста кристаллов. При более высокой температуре снижается вязкость раствора, что облегчает диффузию молекул. При этом значительное влияние температуры проявляется в увеличении числа ядер кристаллизации, что ведет к формированию более мелких кристаллов. При положительной температурной растворимости повышение температуры сопровождается уменьшением степени пересыщения раствора и, следовательно, снижением движущей силы процесса.

Значимое влияние на размер кристаллов оказывает интенсивность перемешивания раствора. С одной стороны, активное перемешивание способствует переносу вещества к граням кристаллов, стимулируя их рост, с другой — инициирует образование новых ядер, что приводит к накоплению мелкодисперсных кристаллов. Таким образом, перемешивание вызывает два противоположных явления. Подбор оптимальной скорости перемешивания, определяющей баланс между производительностью кристаллизатора и требуемым размером кристаллов, является критически важной задачей для рациональной организации массовой кристаллизации.

В производстве сгущенных молочных консервов, где часть лактозы находится в кристаллической форме, положительное воздействие механического воздействия на массовое зарождение кристаллов достигается за счет перемешивания мешалками и особенно распыления продукта при подаче на охлаждение в вакуум-охладителе. Использование пластинчатого охладителя также способствует формированию мелких и однородных кристаллов [6-7].

Экспериментальные исследования применения механической

вибрации и пропускания сгущенного молока с сахаром между вращающимися фарфоровыми вальцами подтвердили положительное влияние этих методов на инициирование кристаллизации лактозы.

Ультразвуковое воздействие ускоряет формирование центров кристаллизации с незначительным влиянием на линейную скорость роста кристаллов. Влияние ультразвука выражается в увеличении скорости кристаллизации в сотни раз. Аналогичное действие оказывает электрическое поле. При воздействии магнитного поля отмечается не только ускорение кристаллообразования, но и снижение дефектности формирующихся кристаллов.

Размер кристаллов также зависит от присутствия примесей. Наличие поверхностно-активных веществ в растворе, даже в следовых количествах, может существенно влиять как на форму, так и на размер кристаллов. Некоторые из этих веществ при определенных условиях могут приостанавливать рост крупных кристаллов или, напротив, способствовать ему.

Кроме перечисленных факторов, важное значение в процессе кристаллизации принадлежит затравке, играющей роль базисной поверхности кристаллизации в условиях гетерогенного механизма зародышеобразования, характерного для лактозы. Спонтанное образование зародышей в сложных растворах возможно лишь при высоких степенях пересыщения, сопряженных с большими энергетическими затратами.

В условиях гетерогенного механизма формообразования зародышей, присущего лактозе, необходима базисная поверхность — затравка из мелкокристаллической рафинированной лактозы. Суть процесса заключается в том, что при подаче продукта на охлаждение в вакуум-охладитель образуются локальные скопления растворенной лактозы, размеры которых приближаются к критическим для зарождения кристаллов, но не достигают их, и молекулы в растворе еще не располагаются в узлах кристаллической решетки. В подобных условиях спонтанная кристаллизация не происходит, поэтому обязательна затравка.

Введение затравки стимулирует образование множества центров кристаллизации, частично снижая степень пересыщения и замедляя последующий рост кристаллов [8-11].

Все вышеописанные процессы и факторы реализуются в технологии производства сгущенных молочных консервов с сахаром на этапе охлаждения продукта.

Известны различные режимы охлаждения сгущенных молочных консервов, реализуемые в кристаллизаторах-охладителях: 1) простейшие периодические кристаллизаторы с охлаждением раствора — вертикальные цилиндрические аппараты с охлаждающими змеевиками

(или рубашками) и механическими мешалками; 2) барабанные кристаллизаторы с воздушным или водяным охлаждением; 3) вальцовые кристаллизаторы; 4) вакуум-кристаллизаторы.

Современные усовершенствования кристаллизаторов направлены преимущественно на увеличение площади теплообмена, оптимизацию форм мешалок и повышение мощности при сохранении габаритных параметров, что особенно актуально для малых пищевых предприятий.

Известен двухступенчатый режим охлаждения, при котором на первой стадии температура сгущенного молока снижается с $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $33\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 2 минуты с выдержкой при данной температуре в течение 30 минут, а на второй — с $33\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 2 минуты с последующей выдержкой 60 минут. При температуре активной кристаллизации $33\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в продукт вводится затравка в виде суспензии кристаллов лактозы в растительном масле в количестве 0,02% от массы продукта. Быстрое охлаждение на первой стадии вызывает значительный рост степени пересыщения, стимулируя интенсивную начальную кристаллизацию и формирование большого количества мелких кристаллов, что способствует эффективному снижению пересыщения и замедлению последующего роста кристаллов. Образующиеся при этом кристаллы не ощущаются органолептически, что повышает качество продукции.

Цель и объекты исследования

Цель работы — разработка кристаллизатора для сгущенных молочных консервов с сахаром, обеспечивающего реализацию двухступенчатого режима охлаждения и повышение качества продукции за счет оптимизации процесса поточной кристаллизации лактозы.

Материалы и методы

Для реализации двухступенчатого режима охлаждения разработана конструкция кристаллизатора (рисунок 1), включающая две основные части: спиральную и шнековую.

Выбор спирального аппарата обусловлен его минимальным гидравлическим сопротивлением и, как следствие, сниженным энергопотреблением при перекачке вязких жидкостей, таких как сгущенное молоко с вязкостью 1-3 Па·с.

Главное преимущество шнекового аппарата — его компактность. Особенности конструкции позволяют использовать комбинацию вложенных лент и формировать несколько рабочих камер.

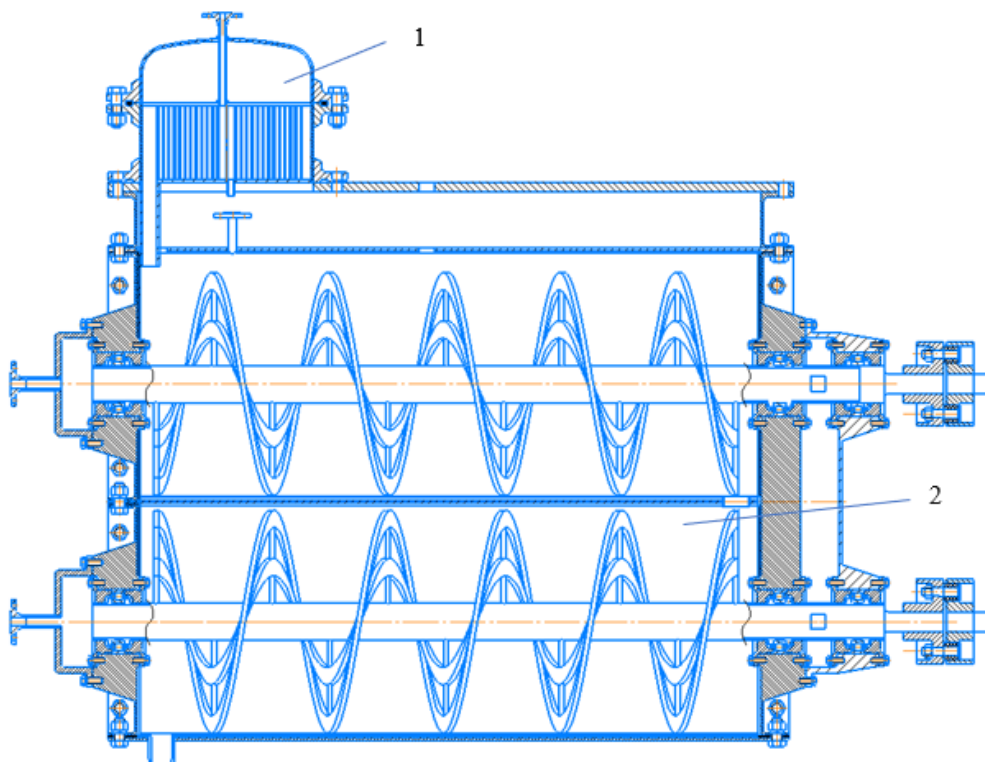


Рисунок 1 – Схема кристаллизатора-охладителя:
1 – спиральная часть, 2 -шнековая часть

Спиральная часть (1) состоит из двух спиралей, образующих каналы для изолированного перемещения продукта и хладоносителя, заключенных во внешнюю обечайку. Верхняя часть обечайки оснащена фланцем для крепления эллиптической крышки с герметичным болтовым соединением. Центр крышки снабжен патрубком с фланцем для подачи продукта, а боковая поверхность обечайки — патрубком для подвода хладоносителя. В днище размещены прямоугольный люк для выгрузки охлажденного продукта и патрубок для вывода отработанного хладоносителя. Нижняя часть обечайки крепится через фланец к верхней крышке промежуточной камеры шнековой части.

Шнековая часть (2) включает три камеры: одну промежуточную и две рабочие. Основная функция промежуточной камеры — размещение вывода трубопровода хладоносителя из спиральной части, передача вращения на вал шнека нижней рабочей камеры, а также установка трубопровода с форсункой для внесения затравки. Конструкция камеры выполнена из торцевых и боковых стенок и крышек, соединенных болтовыми соединениями с герметичными прокладками.

Рабочая камера имеет двухъярусную конструкцию для повышения компактности. Каждый ярус представляет собой желоб с расположенным в нем ленточным шнеком, который состоит из вложенных одна в другую лент полого сечения. Вал шнека в рабочей части — полый цилиндр, соединенный цилиндрическими перегородками с лентами шнека и

предназначенный для движения хладоносителя внутри вала и лент.

Желоб укреплен ребрами жесткости, приваренными к боковым стенкам. Торцевые крышки рабочих камер обеспечивают вращение вала и служат камерами-бобышками для подвода хладоносителя к валу шнека. Торцевая крышка со стороны спиральной части имеет отдельные камеры, а с противоположной стороны — объединенную камеру для подачи хладоносителя с нижнего яруса в верхний. Для предотвращения протечек валы шнеков установлены в подшипниковых узлах с сальниковыми уплотнениями. Между камерами и ярусами размещены промежуточные металлические прокладки-крышки. Все соединения выполнены болтовыми с герметичными прокладками.

Для охлаждения выбран пропиленгликолевый хладоноситель, обладающий рядом преимуществ: отсутствие осадкообразования, отсутствие коррозии металлических поверхностей, высокая термостойкость и отличные смазочные свойства. Важным условием является нетоксичность, что делает возможным использование в пищевой промышленности без ущерба для окружающей среды и здоровья.

Результаты и выводы

Разработанная конструкция кристаллизатора способствует значительному улучшению качества сгущенного молочного продукта за счет реализации двухступенчатого режима охлаждения с контролем роста кристаллов лактозы. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики гранулометрического состава кристаллов лактозы в процессе хранения при температуре не выше 10°C

Способ	Продолжительность хранения	Показатели	
		Средний размер кристаллов лактозы, мкм	Коэффициент однородности
Традиционный способ охлаждения	2 суток	6,35±0,32	0,65
	2 мес	6,80±0,32	0,60
	6 мес	7,30±0,32	0,56
	13 мес	7,80±0,32	0,50
Двухступенчатый способ охлаждения	2 суток	4,80±0,20	0,75
	2 мес	4,95±0,20	0,72
	6 мес	5,75±0,20	0,65
	13 мес	6,00±0,20	0,60

В результате опытно-промышленной апробации установлено, что использование двухступенчатого режима охлаждения положительно сказывается на качествах готовой продукции по сравнению с классическим подходом, прежде всего благодаря снижению среднего линейного размера кристаллов лактозы на 18–25%, что также подтверждено результатами органолептической экспертизы. Применение данного способа способствует сокращению продолжительности технологического цикла кристаллизации на 65%.

С экономической точки зрения внедрение двухступенчатого метода охлаждения позволяет уменьшить производственные затраты на 10% по сравнению с традиционными вакуум-охладителями, обусловлено более эффективным использованием энергетических и материальных ресурсов.

Вывод

Разработанный кристаллизатор охладитель может быть рекомендован на предприятиях молочно-консервной промышленности.

Литература:

1. Гнездилова А. И., Шохалов В. А., Виноградова Ю. В., Шохалова В. Н. Теоретические и практические аспекты процесса кристаллизации лактозы в производстве молочного сахара // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 2 (50). С. 128-140. DOI: 10.52231/2225-4269_2023_2_128.
2. Fialkova E. A., Shevchuk V. B., Gnezdilova A. I., Vinogradova Y. V., Baronov V. I. Crystallography Reports. 2024. Vol. 69, No. 4. P. 600-608. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=71320280> (дата обращения 25.09.2025).
3. Славоросова Е. В., Куленко В. Г., Шевчук В. Б., Фиалкова Е. А. Интенсификация процесса кристаллизации лактозы в сгущённой молочной сыворотке // Молочнохозяйственный вестник. 2016. № 2 (22). С. 109-116.
4. Виноградова Ю. В., Гнездилова А. И. Теоретические и практические аспекты процесса кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром // Молочнохозяйственный вестник. 2018. № 3 (31). С. 79-90. DOI: 10.24411/2225-4269-2018-00023.
5. Патент РФ №2407803. Кл. МПК С13К 5/00, А23С21/00. Способ производства молочного сахара/Червецов В.В., Галстян А.Г., Туровская С.Н. и др. заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИМИ, № 2002129644/13.– Оpubл.27.12.2010, Бюл. №36.
6. Червецов В. В., Гнездилова А. И. Интенсификация процессов кристаллизации при производстве молочных продуктов.–М.: Типография Россельхозакадемии, 2011. - 190с.

7. Патент №2658441 РФ, кл. МПК А23С 23/00, С13К 5/00, Способ получения молочного сахара с поточной кристаллизацией лактозы/ Евдокимов И.А., Шрамко М.И., Анисимов Г.С. заявитель и патентообладатель Акционерное общество «МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ СТАВРОПОЛЬСКИЙ.» Оpubл. 21.06.2018 .

8. Gnezdilova A. I., Muzykantova A. V., Vinogradova Yu. V. Influence of some parameters on process of crystallization of lactose in the condensed dairy canned food with sugar // European Science and Technology: materials of the VI International research and practice conference. Munich, 2013. P. 184-189.

9. Патент № 2102487 (Россия) Способ кристаллизации лактозы/ А.И.Гнездилова, В.М.Перелыгин, О.И.Топал.- Оpubл. 20.01.98. -Б.И.№2.

10. Патент №2105067 (Россия) Способ кристаллизации сахара/ А.И.Гнездилова, О.И.Топал, В.М.Перелыгин.- Оpubл.20.02.98.-Б.И.№5.

11. Патент №2130076 (Россия) Способ кристаллизации лактозы/ А.И.Гнездилова, О.И.Топал, В.М.Перелыгин.- Оpubл.10.05.99.-Б.И.№13.

12. Гнездилова А. И., Виноградова Ю. В., Червецов В. В., Бурыкина И. М. Способ кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром. Патент РФ № 2374324 С1. Заявка № 2008124195/13 от 16.06.2008. Опубликовано 27.11.2009.

References:

1. Gnezdilova A.I., Shokhalov V.A., Vinogradova Yu.V., Shokhalova V.N., Theoretical and practical aspects of lactose crystallization process in milk sugar production. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 2 (50), pp.128-140. DOI: 10.52231/2225-4269_2023_2_128. (In Russian) – Text electronic

2. Fialkova E.A., Shevchuk V.B., Gnezdilova A.I., Vinogradova Yu.V., Baronov V.I. On the mechanism of growth of lactose crystals from supersaturated solutions. *Crystallography Reports*, 2024, 69(4), pp.600-608. Available at: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=71320280> [Accessed 25 Sep. 2025]. (In English) – Text electronic

3. Slavorosova E.V., Kulenko V.G., Shevchuk V.B., Fialkova E.A. Intensification of the lactose crystallization process in condensed milk whey. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2016, no. 2 (22), pp.109-116. (In Russian) – Text direct

4. Vinogradova Yu.V., Gnezdilova A.I. Theoretical and practical aspects of lactose crystallization in producing sweetened condensed milk preserves. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2018, no. (3) (31), pp.79-90. DOI: 10.24411/2225-4269-2018-00023. (In Russian) – Text electronic

5. Chervetsov V.V., Galstyan A.G., Turovskaya S.N. *Sposob proizvodstva molochnogo sakhara* [Method of milk sugar manufacturing]. Pat-

ent RF, no. 2407803, 2010. (In Russian) – Text direct

6. Chervetsov V.V., Gnezdilova, A.I., *Intensifikatsiya protsessov kristallizatsii pri proizvodstve molochnykh produktov* [Intensification of crystallization processes in dairy product manufacturing]. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2011.190 pp. (In Russian) – Text direct

7. Evdokimov I.A., Shramko M.I., Anisimov G.S. *Sposob polucheniya molochnogo sakhara s potочноy kristallizatsiey laktozy* [Method for obtaining milk sugar with continuous lactose crystallization]. Patent RF, no. 2658441, 2018. (In Russian) – Text direct

8. Gnezdilova A. I., Muzykantova A. V., Vinogradova Yu. V., 2013. Influence of some parameters on the process of lactose crystallization in condensed dairy canned food with sugar. Proc. of the VI Int. Research and Practice Conference «European Science and Technology». Munich, 2013, pp.184-189. (In English) – Text direct

9. Gnezdilova A.I., Perelygin V.M., Topal O.I. *Sposob kristallizatsii laktozy* [Method of lactose crystallization]. Patent RF, no. 2102487, 1998. (In Russian) – Text direct

10. Gnezdilova A.I., Topal O.I., Perelygin V.M. *Sposob kristallizatsii sakhara* [Method of sugar crystallization]. Patent RF, no. 2105067, 1998. (In Russian) – Text direct

11. Gnezdilova A.I., Topal O.I., Perelygin V.M. *Sposob kristallizatsii laktozy* [Method of lactose crystallization]. Patent RF, no. 2130076, 1999. (In Russian) – Text direct

12. Gnezdilova A. I., Vinogradova Yu. V., Chervetsov V. V., Burykina I. M. *Sposob kristallizatsii laktozy v sgushchennom moloke s sakharom* [Method of lactose crystallization in sweetened condensed milk]. Patent RF, no. 2374324, 2009. (In Russian) – Text direct

Continuous-action crystallizer-cooler for sweetened condensed milk products

Vinogradova Yuliya Vladimirovna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Technological Equipment Department

e-mail: vinogradova_vgmha@mail.ru

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

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Science (Engineering), Professor of the Technological Equipment Department

e-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

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

Keywords: crystallization, lactose, crystallizer, cooling, sweetened condensed milk product

Abstract. The article considers the issues of uncontrolled lactose crystallization in sweetened condensed milk. The work analyzes the factors that influence the size of lactose crystals, such as temperature, stirring, seed crystals, ultrasound, electric and magnetic fields, as well as the presence of impurities. It also substantiates the necessity of creating optimal conditions for the formation of a large quantity of small crystals (up to 10 μm) by means of two-stage cooling. The authors present the design of a crystallizer-cooler, consisting of two main parts - a spiral section and a screw section - ensuring a continuous crystallization process and controlled growth of lactose crystals. The proposed apparatus improves the quality of sweetened condensed milk products by rational regulating of the temperature regime and mechanical effect on crystallization process by using a propylene glycol cooling system.

Рефераты
Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]

с. 9-21

Табл. 5. Ил. 3. Библ. 10.

Оплата удобрений продуктивностью культур севооборота как показатель эффективности их применения

О. В. Чухина, А.С. Васильева, Н.С. Демидов. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Payment for fertilizers by productivity of rotation crops as an indicator of their application efficiency

Chukhina, O.V.

dekanagro@molochnoe.ru

Vasil'eva, A. S.

mrr.vas@yandex.ru

Demidov, N. S.

demidoff.nickol@yandex.ru

Ключевые слова: однолетние травы, озимая рожь, урожайность, протеиновая продуктивность, оплата удобрений, сбор «сырого» протеина

Keywords: annual grasses, winter rye, yield, protein productivity, fertilizer costs, crude protein yield

Реферат

В статье анализируется урожайность и протеиновая продуктивность звена полевого восьмипольного севооборота, развёрнутого в пространстве и во времени. Изучалась урожайность и химический состав основной и побочной продукции культур без удобрений, при применении фона – фосфорно-калийных удобрений и при полных расчётных системам удобрения культур – двух минеральных и одной органоминеральной. Опыт 2-факторный, кроме различных доз удобрений изучалось действие на однолетние травы и озимую рожь микробиологических препаратов. Установлено, что урожайность вико-овсяно-горчичной смеси существенно повышается при применении полных расчётных доз удобрений по сравнению с контролем, на 6 – 6,3 т/га. Биопрепараты обеспечивают повышение урожайности зелёной массы незначительно, в среднем на 5%. Прибавку урожайности зерна озимой ржи обеспечили все изучаемые дозы удобрений. Наиболее высоко-

кая прибавка в 1,7 т/га без применения препарата и на 1,9 т/га- при применении препарата получена на вариантах с расчётной системой удобрения культуры с высокой дозой азотных удобрений. По результатам 3-летних исследований оплата 1 кг д.в. удобрений без применения препаратов составила 33,3-47,6 кг зеленой массы вико-овсяно-горчичной смеси и 4,53 - 8,15 кг зерна ржи, что выше нормативного значения в 1,3 - 2,4 раза. С повышением вносимых доз удобрений более чем в 2 раза незначительно снижалась. Применение микробиологических препаратов увеличило оплату удобрений на 8-28% на однолетних травах и на 26-65% - на озимой ржи.

Summary

This article analyzes the yield and protein grain productivity in the eight-field crop rotation system, developed in space and time. The yield and chemical composition of the primary and secondary crop products have been studied without fertilizers, with the background of phosphorus-potassium fertilizers, and with complete calculated fertilization systems - two mineral and one organomineral ones. The experiment has been of a two-factorial design; in addition to varying fertilizer doses, the effects of microbiological preparations on annual grasses and winter rye has also been studied. It has been established, that the yield of the vetch-oat-mustard mixture increases significantly when using complete calculated fertilizer doses compared to the control, by 6-6,3 t/ha. The biological preparations provide a slight increase in the green mass yield, averaging 5%. All studied fertilizer doses provide increased winter rye grain yield. The highest increase of 1.7 t/ha without the preparation and 1.9 t/ha with the preparation has been achieved in the variants with the calculated fertilization system of the crop and a high dose of nitrogen fertilizers. The three-year long experiment has shown that the cost of 1 kg of active fertilizer substance has amounted to 33.3-47.6 kg of green mass of the vetch-oat-mustard mixture without preparation treatment and to 4.53 - 8.15 kg of winter rye grain (exceeding the standard by 1.3 - 2.4 times). When increasing the applied fertilizer doses by more than two times, the cost has been decreasing slightly. The application of microbiological preparations has increased the cost of fertilizers by 8-28% on annual grasses and by 26-65% on winter rye.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 22-35
Ил. 4

Продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой и голштинской породы в условиях Европейского Севера России

Зенкова Н.В., Абрамова Н.И., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

The Duration of Economic Use of Black-and-White and Holstein Cows under the Conditions of the European North of Russia

Zenkova, N. V.

zenkova208@mail.ru

Abramova, N. I.

Natali.abramova.53@mail.ru

Ключевые слова: черно-пестрая порода, голштинская порода, возраст в отелах, возраст выбытия, возраст при 1-ом отеле.

Keywords: Black-and-White, Holstein, age at calving, age at retirement, age at first calving.

Реферат

В последнее время остро встает вопрос сокращения срока хозяйственного использования молочных коров. Изучение современного состояния отрасли молочного скотоводства по продолжительности хозяйственного использования в условиях Европейского Севера РФ (в разрезе пород и по категориям хозяйств) проводилось с использованием статистических данных Ежегодников по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации за 2020-2022 годы. Возраст коров дойного стада по итогам 2022 года составляет в среднем 2,45 отела, а возраст выбытия – 3,12 отела. Согласно проведенной динамике продолжительности хозяйственного использования коров молочных пород в условиях Европейского Севера РФ за период с 2020-2022 годы установлено, что животные черно-пестрой породы уступают голштинской по возрасту 1-го отела, но превосходят их по возрасту в отелах и возрасту выбытия. За период с 2020 по 2022 годы отмечается снижение показателей возраста коров в отелах и возраста выбытия по регионам: Вологодской области на 0,08 и 0,13 соответственно, Архангельской области на 0,23 и 0,23 соответственно,

Республике Коми на 0,08 и 0,21 соответственно. По черно-пестрой породе выявлено снижение среднего значения возраста коров при 1-ом отеле в племязаводах на 11 дней, в племярепродукторах на 2 дня (766 дней в 2022 г.). Самый низкий показатель возраста при 1-ом отеле установлен у животных голштинской породы (684 дня или 22,8 мес.) по племязаводам в 2021 году. В племенных заводах и племенных репродукторах Европейского Севера РФ за период с 2020 по 2022 годы установлено снижение возраста коров в отелах в популяции черно-пестрой породы на 0,09 и 0,05. В голштинской популяции средний возраст выбытия коров в племязаводах с 2021-2022 годы увеличился до 3,34 отелов (+0,11), а в племярепродукторах с 2020-2022 годы до 3,25 отелов (+0,2).

Summary

Recently, the issue of shortening the period of economic use of dairy cows has become acute. The study of the current state of the dairy cattle industry in terms of the duration of economic use under the conditions of the European North of the Russian Federation (by breed and by category of farms) was carried out using statistical data from Yearbooks on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation for the period from 2020 to 2022. According to the results of 2022, the average age of cows in the milking herd is 2.45 calvings, and the service life is 3.12 calvings. An analysis of the duration of dairy cow use in the European North of the Russian Federation from 2020 to 2022 revealed that Black-and-White cows are inferior to Holsteins ones in age at first calving, but they are superior in age at calving and age at retirement. For the period from 2020 to 2022, there has been a decrease in the age of cows at calving and the age of retirement by region: in the Vologda Region it decreased by 0.08 and 0.13, respectively, in the Arkhangelsk Region by 0.23 and 0.23, respectively, and in the Komi Republic by 0.08 and 0.21, respectively. In the Black-and-White cows, a decrease in the average age at the first calving was revealed in breeding farms by 11 days, in breeding farms by 2 days (766 days in 2022). The lowest age at first calving was recorded in Holstein animals (684 days or 22.8 months) in breeding farms in 2021. In breeding farms and pedigree breeding units of the European North of the Russian Federation for the period from 2020 to 2022, a decrease in the age of cows at calving in the population of the Black-and-White was established by 0.09 and 0.05. In the Holstein population, the average age of cow retirement in breeding farms for the period from 2021 to 2022 increased to 3.34 calvings (+0.11), and in pedigree breeding units it increased for the period from 2020 to 2022 to 3.25 calvings (+0.2).

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]

с. 36-54

Табл. 4. Ил. 0. Библ. 17.

Выращивание малораспространённой культуры суданской травы в одновидовом и бинарных посевах в условиях Вологодской области

Безгодова И. Л., Прядильщикова Е. Н. 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»

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

Growing the rare crop of Sudan grass in single and binary crops in the conditions of the Vologda region

Bezgodova, I. L.

bezgodova@mail.ru

Kulikova, E. I.

elena-kulikova@list.ru

Pryadil'shchikova, E. N.

Lenka2305@mail.ru

Ключевые слова: суданская трава, горох полевой, вика яровая, рапс яровой, овёс, моно – и бипосевы, продуктивность и питательность корма.

Keywords: Sudan grass, field pea, spring vetch, spring rape, oats, mono- and bi-crops, productivity and nutritional value of feed.

Реферат

Цель исследований – изучить ботанический состав, продуктивность и питательную ценность агрофитоценозов, сформированных на основе малораспространённой однолетней культуры суданской травы в условиях Вологодской области. Метод исследований включал проведение полевого опыта в 2023-2024 гг. на опытном поле СЗНИИМЛПХ в условиях Вологодской области. Схема опыта включала 10 вариантов в 3-х кратной повторности. Площадь одной делянки 14 м². Исследования проводились в соответствии с методическими указаниями по проведе-

нию полевых опытов ВНИИ кормов. Научная новизна работы заключается в том, что будут определены лучшие варианты по ботаническому составу, продуктивности и питательной ценности малораспространённой однолетней культуры суданской травы. Её высевали в одновидовом и смешанных посевах с горохом, викой, рапсом яровым и овсом для получения устойчивых урожаев зелёной массы в условиях Вологодской области. При уборке на зелёную массу в 1-ом укосе в среднем за два года исследований 2023 - 2024 лучшими оказались бобово-злаковые смеси вариантов 5, 7 и 10. Они обеспечили существенное повышение урожайности, где прибавка составила от 0,94 до 1,58 т/га или 21,5-36,2%, в сравнении с контролем суданской травой. Остальные смеси по урожайности сухой массы были на уровне контроля одновидового посева суданской травы. По продуктивным показателям с 1 га в 1 укосе было получено: 22,3-30,5 т зелёной массы, 2,5 – 4,5 тыс. кормовых единиц, 0,47 – 0,85 т сырого протеина, выход обменной энергии составил 40,2-58,0 ГДж. За сезон (включая 2 укос) по урожайности сухой массы на уровне контроля оказались варианты (2, 4, 7, 10). Остальные смеси уступали по урожайности контролю суданской траве сорту Чишминская ранняя. По продуктивным показателям с 1 га за сезон было получено: 31,2-44,3 т зелёной массы, 3,8-6,0 тыс. кормовых единиц, 0,63-1,06 т сырого протеина, выход обменной энергии составил 49,8-75,9 ГДж. Наибольшее содержание сырого протеина в первом укосе 16,4, 16,4 и 14,5% было в растительной массе бобово-злаковых смесей это варианты (вар.2,3 и 5). Во втором укосе наибольшее содержание сырого протеина 9,9 и 10,1% было получено в вариантах 4 и 9 суданская трава 60% + вика яровая 40%, и суданская трава 50% + рапс яровой 30% + овёс 20%. Область применения – сельхозпредприятия Вологодской области.

Summary

The aim of the research is to study the botanical composition, productivity and nutritional value of agrophytocenoses formed on the basis of a rare annual crop of Sudan grass in the conditions of the Vologda region. The research method included conducting a field experiment in 2023-2024 on the experimental field of SZNIIMLPKh in the Vologda region. The experimental scheme included 10 variants in 3-time replication. The area of one plot was 14 m². The studies were conducted in accordance with the methodological guidelines for carrying out field experiments of the All-Russian Research Institute of Fodder. The scientific novelty of the work is that the best options for the botanical composition, productivity and nutritional value of the rare annual crop of Sudan grass will be determined. It was sown as a single-crop and mixed with peas, vetch, spring rape and oats to obtain stable yields of green mass in the conditions of the Vologda

Region. When harvesting for green mass in the first mowing, on average over two years of research in 2023-2024, legume-cereal mixtures of variants 5, 7, and 10 turned out to be the best. They provided a significant increase in yield from 0.94 to 1.58 t/ha or 21.5-36.2%, compared to the control group of Sudan grass. The remaining mixtures in terms of dry mass yield were at the level of the control group of single-crop sowing of Sudan grass. According to productive indicators, the following was obtained from 1 ha in one mowing: 22.3-30.5 tons of green mass, 2.5 - 4.5 thousand feed units, 0.47 - 0.85 tons of crude protein, the exchange energy output was 40.2-58.0 GJ. During the season (including the second mowing) the variants (2, 4, 7, and 10) were at the control level according to dry mass yield. The remaining mixtures were exceeded in yield to the control group of Sudan grass cultivar Chishminskaya rannyaya. According to the productive indicators, the following was obtained from 1 ha per season: 31.2-44.3 tons of green mass, 3.8-6.0 thousand feed units, 0.63-1.06 tons of crude protein, the exchange energy output was 49.8-75.9 GJ. The highest content of crude protein in the first mowing 16.4, 16.4 and 14.5% was in the plant mass of legume-cereal mixtures; these are options (var. 2, 3, and 5). In the second mowing, the highest content of crude protein of 9.9 and 10.1% was obtained in variants 4 and 9: Sudan grass 60% + spring vetch 40%, and Sudan grass 50% + spring rape 30% + oats 20%. Territorial application is agricultural enterprises of the Vologda region.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 181-192
Табл. 4. Ил. 2. Библ. 9

Соус на основе вторичного молочного сырья как функциональный продукт

Ковалева М.А., Куренкова Л. А. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Sauce based on secondary dairy raw materials as a functional product

Kovaleva, M. A.
mariya.kovaleva.23@mail.ru
Kurenkova, L. A.
kurenkova.35@rambler.ru

Ключевые слова: соус, вторичное молочное сырье, функциональный продукт, обогащенный продукт, продукт с высоким содержанием белка, пробиотический пищевой продукт.

Keywords: sauce, secondary dairy raw materials, functional product, fortified product, high-protein product, probiotic food product.

Реферат

Использование биологически активных веществ природного происхождения, источником которых являются, в том числе и растения – перспективное направление для расширения ассортимента молочных продуктов функционального назначения. Целью работы является обоснование функциональных свойств ингредиентов и соуса на основе вторичного молочного сырья. Для проведения исследований применялись стандартные методики. Органолептические показатели определяли по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011, используя рекомендуемый метод оценки для кисломолочных продуктов. В лабораторных условиях было разработано и исследовано несколько вариантов продукта, произведенных на одной и той же молочной основе (ультрафильтрационный концентрат пахты) с различным содержанием куркумы, сухого чеснока и соли. Для выбранного образца были произведены расчеты содержания минералов и витаминов в ингредиентах, входящих в состав продукта и в самом продукте, процент удовлетворения суточной потребности в них при употреблении 100 г готового продукта. Помимо расчета содержа-

ния витаминов и минералов в продукте и процента удовлетворения суточной потребности в них при употреблении соуса были произведены расчеты энергетической ценности продукта. Разрабатываемый продукт можно отнести к функциональным продуктам по содержанию марганца, холина и витамина B5, обогащённым по содержанию калия, меди, магния, железа и витамина PP. Кроме того, продукт соответствует требованиям ГОСТ Р 55577-2013 в части содержания белка и может быть отнесен к продуктам с высоким содержанием белка, при этом имеет в своем составе пробиотическую закваску, значит продукт можно считать функциональным.

Summary

The use of biologically active substances of natural origin, including those derived from plants, is a promising direction for expanding the range of functional dairy products. The aim of the work was to substantiate the functional properties of ingredients and sauce based on recycled dairy raw materials. To conduct the research standard methods were used. Organoleptic properties were determined according to GOST R ISO 22935-2-2011, using the recommended evaluation method for fermented milk products. In the laboratory, several product variants were developed and tested with one and the same milk base (ultrafiltration buttermilk concentrate) with different content of turmeric, dried garlic, and salt. For the selected sample, the content of minerals and vitamins in the ingredients included in the product and in the product itself and the percentage of satisfaction of the daily requirement for them when consuming 100 g of the finished product were calculated. In addition the energy value of the product was determined. The product under development can be classified as a functional food based on its content of manganese, choline, and vitamin B5, fortified with potassium, copper, magnesium, iron, and vitamin PP. Additionally, the product meets the requirements of GOST R 55577-2013 in terms of protein content and can be classified as a high-protein product. Moreover, it contains a probiotic starter culture, meaning the product can be considered as a functional one.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 55-67
Табл. 3. Ил. 2. Библ. 5.

Оценка действия жидкого гуминового препарата «Онежский» на ростовые и продуктивные показатели ячменя

Рассохина И.И., Сухарева Л.В., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук», А.В. Платонов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»; Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний»

Ключевые слова: гуминовые препараты, ассимиляционная поверхность, сухая масса, зерновая урожайность, пигменты.

Keywords: humic preparations, assimilation surface, dry mass, grain yield, pigments

Реферат

Объект исследований: *Hordeum vulgare* L. сорт Сонет. Цель исследования – изучить действие жидкого гуминового препарата «Онежский» на рост и продуктивность ячменя сорта Сонет в условиях Вологодской области. Полевой опыт по изучению действия жидкого гуминового препарата (ЖГП) «Онежский» был поставлен в 2024 году на опытном поле д. Дитятьево, Вологодской области. Площадь учетной делянки – 8 м². Агрохимические условия почвы (по результатам анализа ФГБУ ГЦАС «Вологодский»): Кислотность солевой вытяжки $5,7 \pm 0,1$ ед. рН, массовая доля органического вещества $2,5 \pm 0,5\%$, массовая доля подвижных соединений калия $332,0 \pm 49,8$ мг/кг, массовая доля подвижных соединений фосфора $222,0 \pm 44,4$ мг/кг, массовая доля нитратного азота $3,7 \pm 1,1$ мг/кг, массовая доля обменного аммония $10,8 \pm 1,1$ мг/кг. Опыт включал следующие варианты: контроль (замачивание семян в воде перед посевом); внесение «Гумат +7»; внесение ЖГП «Онежский» путем опрыскивания по филлосфере; внесение ЖГП «Онежский» путем замачивания семян; двукратное внесение ЖГП «Онежский» – замачивания семян и опрыскивания растений по филлосфере. Раствор ЖГП «Онежский» оказывает ростостимулирующее действие на ячмень яровой сорта Сонет в условиях Вологодской области: сухая масса статистически достоверно превосходит контроль (0,336г в фазу трубкования и 1,094г в фазу колошения г) на 32–116%. Увеличенное накопление сухой массы в процессе вегетации повышает и зерновую продуктивность ячменя, различия с контролем ста-

тистически достоверны и достигают 24–50%, зерновая продуктивность контроля достигала $38,0 \pm 2,3$ ц/га. Наиболее эффективно внесение раствора ЖГП «Онежский» предпосевным путем (отдельно или совместно с опрыскиванием филлосферы), внесение его путем исключительно опрыскивания филлосферы неэффективно (различия с контролем не достоверны). Отметим, что действие раствора ЖГП «Онежский», в целом, сходно с действием широко используемого и известного препарата «Гумат +7» по действию на ростовые процессы ячменя и оказалось более эффективным.

Summary

The subject of the research is *Hordeum vulgare* L., Sonet variety. The aim of the research is to study the effect of the Onezhskiy liquid humic preparation on the growth and productivity of the Sonet barley variety in the conditions of the Vologda region. The field experiment intended for studying the effect of the Onezhskiy liquid humic preparation has been carried out in 2024 on the experimental field of Dityat'evo village, Vologda region. The plot area is 8 m². The soil agrochemical conditions (according to the analysis results given by the Federal State Budgetary Institution State Certification Center of Agricultural Soil Science "Vologodskiy") are as follows: the salt extract acidity is 5.7 ± 0.1 pH units, the mass fraction of organic matter is $2.5 \pm 0.5\%$, the mass fraction of mobile potassium compounds is 332.0 ± 49.8 mg/kg, the mass fraction of mobile phosphorus compounds is 222.0 ± 44.4 mg/kg, the mass fraction of nitrate nitrogen is 3.7 ± 1.1 mg/kg, and the mass fraction of exchangeable ammonium is 10.8 ± 1.1 mg/kg. The experiment includes the following variants: control (soaking seeds in water before sowing); application of "Gumat +7"; application of the Onezhskiy liquid humic preparation by phyllosphere spraying; application of the Onezhskiy liquid humic preparation by soaking seeds; double application the Onezhskiy liquid humic preparation - soaking seeds and spraying plants on phyllosphere. The solution of the Onezhskiy liquid humic preparation has a growth-stimulating effect on the Sonet spring barley variety under the conditions of the Vologda region: statistically the dry mass significantly exceeds the control (0.336g at the tubing phase and 1.094g in the earing phase) by 32-116%. Increased dry matter accumulation during vegetation increases the barley grain productivity; differences from the control are statistically reliable and reach 24-50%, grain productivity of the control has reached 38.0 ± 2.3 h/ha. The most effective method is applying of the Onezhskiy liquid humic preparation solution pre-sowing (separately or in combination with phyllosphere spraying), its application by exclusively phyllosphere spraying is ineffective (differences from the control are not reliable). It should be noted that the effect of Onezhskiy solution is similar to the effect of the widely used and well-known Gumat +7 preparation in its effect on growth processes of barley and has turned out to be more effective.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 68-82
Ил. 1 Библ. 21

Обзор исследовательских данных по изменениям показателей гемостаза у коров с ортопедической патологией

Ошуркова Ю.Л., Магомедова В.С., Ошуркова М.Н. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

The review of the data on the changes of hemostatic profile of cows with an orthopedic pathology

Oshurkova, Yu. L.
oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru
Magomedova, V. S.
vika.magomedova.2016@gmail.com
Oshurkova, M. N.
oshurkova.yu.l@2.molochnoe.ru

Ключевые слова: ортопедическая патология, хромота, система гемостаза, свёртывание крови, крупный рогатый скот

Keywords: orthopedic pathology, lameness, hemostasis system, blood coagulation, cattle

Реферат

В статье представлен комплексный обзор изменений показателей системы гемостаза у коров с ортопедической патологией. Методологический обзор базируется на анализе отечественных и зарубежных научных публикаций, охватывающих исследования клинических проявлений ортопедической патологии у крупного рогатого скота и их связь с нарушениями гемостаза. Отмечается, что в ветеринарии, в отличие от гуманной медицины, методы диагностики гемостаза применяются ограниченно, отсутствуют установленные нормы для различных пород и групп животных, что создаёт необходимость в дальнейшем изучении и внедрении этих диагностических подходов. Исследования подтверждают, что при гнойно-некротических процессах в области копыт увеличивается прокоагулянтная активность крови, снижается антикоагулянтная и фибринолитическая активность, что способствует развитию тромботического синдрома и ухудшению микроциркуляции. Анализ данных зарубежных авторов также выявил, что при субклиническом ламините происходит активация воспалительных медиаторов, что ведет к локальным микрососудистым тромбозам и ухудшению питания тканей копытного рога. Особое внимание уделяется комплексности воздействия хронических заболеваний конечностей на организм коровы: боль и снижение подвижности вы-

зывают нарушение кровообращения, застой венозной крови и повышают риск микроциркуляторных и коагуляционных нарушений. Кроме того, в статье подчеркивается необходимость учитывать генетические особенности животных, так как вариабельность реакции на воспаление и предрасположенность к заболеваниям конечностей могут различаться у разных пород и линий крупного рогатого скота. В заключение авторы делают вывод о необходимости регулярного мониторинга системы гемостаза в хозяйствах с высокой заболеваемостью ортопедическими патологиями и корректировки терапевтических подходов, что позволит снизить риски осложнений, повысить качество ветеринарной помощи и, как следствие, рентабельность производства продукции. В целом, статья подчеркивает важность комплексного подхода к изучению и лечению заболеваний конечностей крупного рогатого скота с учётом изменений в системе гемостаза, что является перспективным направлением в ветеринарной медицине.

Summary

The present article gives a complex review of changes in hemostatic parameters of cows with orthopedic pathology. The methodological review is based on the analysis of the Russian and foreign scientific publications that cover studies of the clinical signs of orthopedic pathology of cattle and their connection with hemostatic disorders. It is specified that, unlike in humane medicine, hemostatic diagnostic methods are limited in their use in veterinary, and there are no established parameters for different breeds and animal groups. This creates a need for further study and practical application of these diagnostic approaches. The researches confirm that purulo-necrotic processes in the hoof area increase blood procoagulative activity and decrease anticoagulative, and fibrinolytic activities, which contribute to the development of thrombotic syndrome and microcirculation worsening. Analysis of foreign authors' data also has revealed that by subclinical laminitis activation of inflammatory mediators occurs, leading to a localized microvascular thrombosis and a decline in nutrition of the hoof horn tissue. The particular consideration is given to the complex influence of chronic limb diseases on the organism of a cow: pain and decreased mobility cause disturbed blood circulation, stasis of venous blood, and increase the risk of microcirculatory and coagulation disorders. Moreover, the article emphasizes the need to consider the genetic characteristics of animals, as variability of reaction to inflammatory and predisposition to limb diseases may differ among different breeds and lines of cattle. In conclusion, the authors emphasize the need for regular monitoring of the hemostatic system in the farms with a high incidence of orthopedic pathologies and the need to correct the therapeutic approaches. This will allow reducing the complication risks, improving the quality of veterinary aid, and consequently, increasing production profitability. In general, the article stresses the importance of a complex approach to the study and treatment of limb diseases of cattle, taking into account the changes in the hemostatic system, which is a promising direction in veterinary medicine.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 83-97
Ил. 1. Табл.4. Библ. 18.

Влияние жидкой фракции навоза на свойства чернозема и продуктивность гороха посевного

Кураченко Н.Л., Казюлин Л.Ф., Колесник А.А., Власенко О.А. Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск

Influence of Liquid Fraction of Manure on Chernozem Properties and Yielding Capacity of Field Pea

Kurachenko, N. L.
kurachenko@mail.ru
Kazyulin, L. F.
levkrsk.99@mail.ru
Kolesnik, A. A.
airlexxx@mail.ru
Vlasenko, O. A.
ovlasenko07@mail.ru

Ключевые слова: навоз КРС, жидкая фракция навоза, чернозём, агрофизические свойства, агрохимические свойства, продуктивность гороха.

Keywords: livestock manure, liquid fraction of manure, chernozem, agrophysical properties, agrochemical properties, pea yielding capacity.

Реферат

Представлены результаты лабораторного опыта с целью изучения действия доз жидкой фракции навоза КРС, полученной с помощью шнекового пресс-сепаратора СТ-1200, на свойства чернозема выщелоченного и продуктивность гороха посевного. Схема опыта включала контроль и варианты с дозой внесения жидкой фракции навоза (ЖФН) 50, 100 и 200 т/га. Показано, что поступление жидкой фракции навоза в почву достоверно увеличивало влажность почвы на 1-3 % по сравнению с контрольным вариантом и способствовало повышению плотности сложения на 0,02-0,12 г/см³ с сохранением рыхлого сложения. Достоверные изменения в содержании Сгумуса на 0,2 абс. % и на 0,02 % Нобщ отмечены при поступлении в почву 100 и 200 т/га жидкой фракции навоза. Под действием удобрения почвы жидкой фракцией навоза отмечено увеличение в черноземе концентрации нитратного азота в 1,5-2 раза (8 мг/кг). Внесение в почву жидкой фракции навоза в почву

повышало обеспеченность подвижным фосфором в 1,1 раза, обменным калием – в 1,3-2,5 раза. Максимальная продуктивность зеленой массы гороха в лабораторном опыте отмечена при внесении 200 т/га жидкой фракции навоза КРС. На этом варианте опыта отмечено относительное по сравнению с контролем увеличение длины растений на 27 %, количества междоузлий на 9 %, запасов фитомассы на 40 %.

Summary

The article presents the results of a laboratory experiment aimed at studying the effect of different doses of liquid fraction of livestock manure, obtained using an ST-1200 screw press separator, on the properties of leached chernozem and the yielding capacity of field pea. The experiment has included a control variant and variants with liquid fraction of manure (ZhFN) application rates of 50, 100, and 200 t/ha. It is found that the addition of liquid manure to the soil has significantly increased soil moisture by 1-3 % compared to the control variant and contributed to an increase in bulk density by 0,02-0,12 g/cm³ while maintaining a fluffy consistency. Reliable changes in the C-humus content by 0,2% abs. and by 0,02% N total are noted after adding 100 and 200 t/ha of liquid manure to the soil. Fertilizing the soil with the liquid fraction of manure has resulted in an increase of the nitrate nitrogen concentration in chernozem by 1.5-2 times (8 mg/kg). The addition of liquid manure to the soil has increased the availability of mobile phosphorus by 1.1 times and exchangeable potassium by 1,3-2,5 times. Maximum green mass productive capacity of peas in a laboratory experiment has been observed with the addition of 200 t/ha of liquid livestock manure. This experimental variant, compared to the control one, has showed a relative increase in plant length by 27,%, the number of internodes by 9,%, and phytomass reserves by 40,%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 98-114
Библ. 12. Табл. 4. Ил. 2

Сложная кормовая смесь в кормлении высокопродуктивных молочных коров

Гусаров И. В., Обряева О. Д. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ФГБУН ВолНЦ РАН)

Complicated feed mixture for feeding highly productive dairy cows

Gusarov, I. V.
obryaeva@bk.ru
Obryaeva, O. D.
obryaeva@bk.ru

Ключевые слова: кормовая смесь, кормление, питание, полноценность, рацион, высокопродуктивные молочные коровы, силос, объёмистые корма

Keywords: feed mixture, feeding, nutrition, completeness, diet, high-yielding dairy cows, silage, bulky feeds

Реферат

Объект исследований: голштинизированный чёрно-пёстрый скот. Предмет исследования – сложная кормовая смесь, применяемая в кормлении высокопродуктивных молочных коров. Цель исследования: разработка кормовой смеси на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью 10000 кг молока на Севере Европейской части России. Актуальность работы заключается в необходимости разработки кормовых смесей для высокопродуктивных коров, удовлетворяющих их физиолого-биохимические потребности. Данные о химическом составе и питательности кормов, составе и структуре рационов послужили основой для разработки энергонасыщенной кормовой смеси на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью 10000 кг молока на Севере Европейской части России. Такой подход к кормлению дает заметные результаты: высокие надои и стабильно высокое качество молока. Применение кормос-

месей позволяет сельхозпредприятию заметно улучшить основное питание молочного скота, используя корма собственного производства, улучшить их поедаемость. В исследовательской работе применялись методы: зоотехнические, физиолого-биохимические, аналитические. Зоотехнический анализ (определение химического состава и питательности) кормов проводился с использованием химико-аналитического метода. Применение разработанной энергонасыщенной кормовой смеси на основе высококлассных объёмистых кормов для кормления высокопродуктивных молочных коров продуктивностью 10000 кг молока на Севере Европейской части России кормовых смесей дает ряд преимуществ, главными из которых являются: повышение эффективности использования кормов рациона, повышение продуктивности коров, скармливание малоценных грубых кормов, повышение производительности труда и экономической эффективности отрасли.

Summary

The object of the research is Holstein black-and-white cattle. The subject of the study is a complex feed mixture used in feeding highly productive dairy cows. The purpose of the study is to develop a feed mixture based on high-quality bulk feeds for highly productive dairy cows yielding 10,000 kg of milk in the North of the European part of Russia. The relevance of the work lies in the need for developing feed mixtures for highly productive cows that meet their physiological and biochemical requirements. The data on the chemical composition and nutritional value of feeds as well as on the composition and structure of rations have served as the basis for developing an energy-rich feed mixture based on high-quality bulk feeds for highly productive dairy cows yielding 10,000 kg of milk in the North of the European part of Russia. This approach to feeding gives noticeable results, including high milk yields and consistent high milk quality. The use of feed mixtures allows agricultural enterprises to improve significantly the basic nutrition of dairy cattle by using their own-produced feed and enhancing its palatability. The research has used a zootechnical method, a physiological-biochemical method and an analytical method. Zootechnical analysis (determination of chemical composition and nutritional value) of feeds has been carried out by using a chemical analytical method. The developed energy-rich feed mixture based on high-quality bulky feeds for highly productive dairy cows yielding 10,000 kg of milk in the North of the European part of Russia provides a number of advantages. The main of them are increased efficiency of feed utilization, increased cow productivity, feeding low-value roughages, increased labor productivity as well as economic efficiency of the industry.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 115-130
Табл. 1. Ил. 8. Библ. 22

Оптимизация скорости управления стадом в небольших овцеводческих хозяйствах с помощью пастушьих собак разных пород

Баруздина Е. С. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»

Optimizing the speed of herd management in small sheep farms using different sheepdog breeds

Baruzdina, E.S.
Vologda-agility@mail.ru

Ключевые слова: пастушьи собаки, овцеводство, управление стадом

Keywords: sheepdogs, sheep breeding, flock management

Реферат

Работа выполнена на базе Центра обучения пастушьих собак ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. В данном исследовании оценено время, потраченное на выполнение основных задач по управлению стадом овец в 20 голов. Для этого использовали 20 обученных собак по пять представителей четырех пастушьих пород, объединенных в четыре опытные группы. В качестве контрольной группы выступили пять человек-добровольцев, выполнявших те же задачи без собаки. В результате контрольная группа затратила наибольшее время на выполнение задач, а с некоторыми справилась частично или вовсе не справилась. Участники опытных групп, использующие пастушьих собак, выполнили задачи быстрее, чем участники контрольной группы, при этом со всеми поставленными в ходе эксперимента задачами справилась только группа, работающая с бордер колли. Опытные группы, использовавшие собак таких пород как австралийская овчарка, шелти и вельш корги пемброк, справились с задачами частично и затратили на это больше времени. Полученные нами результаты доказывают возможность оптимизации скорости управления стадом овец при помощи пастушьих собак с учетом породных особенностей.

Summary

The study has been conducted at the Herding Dog Training Center of the Vologda State Dairy Farming Academy. This study assesses the time spent on basic sheep management tasks for a flock of 20 sheep. Twenty trained dogs of four herding breeds, five each, have been divided into four experimental groups. Five volunteers performing the same tasks without a dog have been taken as a control group. As a result, it has taken the longest period of time for the control group to fulfill the tasks; some tasks have been partially completed or not completed at all. The participants in the experimental groups using herding dogs have fulfilled the tasks faster than those in the control group. The only group working with Border Collies has performed all the tasks assigned during the experiment. The experimental groups using Australian Shepherds, Shelties, and Pembroke Welsh Corgis have completed the tasks partially and have spent more time to complete. The study results demonstrate the possibility of optimizing the speed of sheep herd management using shepherd dogs, taking into account breed characteristics.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 131-147
Табл. 7. Ил. 5. Библ. 14.

Возделывание рапса ярового в условиях Европейского Севера России

Прядильщикова Е.Н., Вахрушева В.В., Фриева Н.А. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова – обособленное подразделение федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Cultivation of Spring Rape under the Conditions of European North of Russia.

Pryadil`shchikova, E. N.
lenka2305@mail.ru
Vakhrusheva, V. V.
vvesnina@mail.ru
Frieva, N. A.
frieva.na@yandex.ru

Ключевые слова: рапс яровой, урожайность, сорт, гибриды, минеральные удобрения.

Keywords: spring rape, crop yield, variety, hybrids, mineral fertilizers.

Реферат

Объектом научных исследований являлся рапс яровой. Целью наших исследований стало изучение адаптационного потенциала сорта и гибридов ярового рапса в условиях Европейского Севера России (на примере Вологодской области). Полевой опыт был проведен в 2024 г. на территории Вологодского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, средней окультуренности. В опыте 6 вариантов, четырёхкратная повторность. Изучались сорт Фаворит и гибриды Миракль и Цебра КЛ. В эксперименте изучались два фона минерального питания: 1 фон - аммиачная селитра - 2 ц/га, сульфат аммония - 1 ц/га, азофоска (15:15:15+ S10) - 1,5 ц/га; 2 фон - аммиачная селитра - 2 ц/га, диаммофоска - 2 ц/га. Учет и наблюдения проводились по общепринятым методикам ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Обработка результатов исследований осуществлялась по методике Б.А. Доспехова. За 2024 год урожайность семян на 1-м фоне минерального удобрения

получена выше, чем на 2-м по всем испытываемым сортам. Наибольшая урожайность семян 2,54 т/га получена у гибрида Миракль на 1-м фоне минерального удобрения. Содержание протеина в семенах изучаемых гибридов и сорта варьировалось от 22,5% до 27,1%, жира – от 30,7% до 34,4%.

Summary

The object of scientific research was spring rape. The purpose of the research was to study the adaptive potential of spring rape varieties and hybrids under the conditions of European North of Russia (a case study of the Vologda Region). The field experiment was conducted in 2024 in the Vologda Region. The soil of the experimental plot is sod-podzolic, light loamy, and moderately cultivated. The experiment consisted of six variants and was repeated four times. The varieties "Favorit" and the hybrids "Mirakl`" and "Tsebra KL" were studied. Two backgrounds of mineral nutrition were studied in the experiment: Background 1 was represented by ammonium nitrate of 2 kg/ha, ammonium sulfate of 1 kg/ha, and azophoska (15:15:15+ S10) of 1.5 kg/ha; Background 2 was represented by ammonium nitrate of 2 kg/ha and diamphoska of 2 kg/ha. Accounting and observations were carried out according to the generally accepted methods of V. R. Williams All-Russian Research Institute of Fodder. The research results were processed using the method of B. A. Dospekhov. In 2024, the crop yield with the 1st background of mineral fertilizer was higher than that of the 2nd background for all the tested varieties. The highest seed yield of 2.54 t/ha was obtained from the Mirakl` hybrid with the 1st background of mineral fertilizer. The protein content in the seeds of the studied hybrids and varieties ranged from 22.5% to 27.1%, and the fat content varied from 30.7% to 34.4%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 193-204
Табл. 4. Ил. 2. Библ. 11.

Аспекты централизованной переработки молочной сыворотки и разработка безлактозного напитка на ее основе

Чеченихина О.С., Лазарев В.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»

Aspects of Centralized Milk Whey Processing and the Development of a Lactose-Free Drink Based on it

Chechenikhina, O. S.
olgachech@yandex.ru
Lazarev, V. A.
lazarva@usue.ru

Ключевые слова: молочная сыворотка, безлактозный напиток, функциональный продукт, растительные компоненты, молочная промышленность.

Keywords: milk whey, lactose-free drink, functional product, plant-based components, dairy industry.

Реферат

Предметом исследования выступила разработка технологии производства безлактозного функционального напитка на основе молочной сыворотки, вырабатываемой на предприятиях Свердловской области. Методика включала анализ физико-химических параметров подсырной сыворотки, применение ферментативного гидролиза лактозы с использованием β -галактозидазы и внесение растительных компонентов. Технологический процесс состоял из пастеризации сыворотки, ферментативной обработки при 40 °С в течение 2 часов с дозой фермента 0,15%, последующего добавления настоя шиповника (100 мл/л) и экстракта мяты (8 мл/л), а также сахара (92 г/л) с финальной пастеризацией. Качество оценивали по стандартным методикам (ГОСТ 26809.1, 3624-92, 32892-2014). В результате получен продукт с массовой долей лактозы 0,1%, титруемой кислотностью 26 °Т и рН 5,5, что соответствует требованиям нормативных документов для безлактозных продуктов. Напиток обогащен водорастворимыми витаминами: содержание аскорбиновой кислоты составило 134 мкг/100 г, пиридоксина – 359 мкг/100 г. В качестве оптимального места для

организации централизованного перерабатывающего хаба предложен Полевской район, обеспечивающий логистическую доступность источников сырья в пределах 4,5 часов. Выводы подтверждают эффективность разработанной технологии для создания безлактозного функционального продукта и целесообразность централизованной переработки сыворотки в регионе.

Summary

The subject of the study was the development of a lactose-free functional beverage based on milk whey produced at enterprises in the Sverdlovsk Region. The methodology involved analyzing the physicochemical parameters of cheese whey, applying enzymatic hydrolysis of lactose using β -galactosidase, and incorporating plant-based ingredients. The technological process included whey pasteurization, enzymatic treatment at 40 °C for 2 hours (0.15% enzyme dosage), followed by the addition of rosehip infusion (100 ml/l), mint extract (8 ml/l), and sugar (92 g/l), and finally was completed by pasteurization. Product quality was assessed using standard methods (GOST 26809.1, 3624-92, 32892-2014). The resulting beverage had a lactose mass fraction of 0.1%, titratable acidity of 26 °T, and a pH of 5.5, which meets the requirements of regulatory documents for lactose-free products.

The drink is enriched with water-soluble vitamins (the ascorbic acid content was 134 μ g/100 g, and the pyridoxine one was 359 μ g/100 g). The Polevskoy Region, which provides logistical access to raw material sources within 4.5 hours, was proposed as the optimal location for establishing a centralized processing hub station. The findings confirm the effectiveness of the developed technology for producing a lactose-free functional beverage and the feasibility of centralized milk whey processing.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 205-214
Табл.3, Ил.2, Библ.17

Влияние некоторых солей на растворимость лактозы

Гнездилова А. И., Шохалов В. А., Ефанова Е.А. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вологодская государственная академия имени Н.В. Верещагина

Шохалова В. Н., Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»

Effect of some salts on lactose solubility

Gnezdilova, A. I.

gnezdilova.anna@mail.ru

Shokhalov, V. A.

v_shohalov@mail.ru

Shokhalova, V. N.

v-shohalova@mail.ru

Efanova, E.A.

efok.lizanova@gmail.com

Ключевые слова: лактоза, растворимость, коэффициент насыщения, вязкость.

Keywords: lactose, solubility, saturation coefficient, viscosity

Реферат

Целью настоящей работы явилось экспериментальное изучение растворимости лактозы и вязкости насыщенных растворов в присутствии некоторых примесей, которые содержатся в исходном сырье или вводятся в растворы в процессе технологической обработки. Эти примеси оказывают значительное влияние на растворимость лактозы, на процесс ее кристаллизации и, как следствие, на выход и качество молочного сахара. Так, например, на стадии очистки молочной сыворотки различными реагентами дополнительно в пересыщенный кристаллизующийся раствор лактозы поступают катионы натрия и кальция и анионы хлора и углекислоты. В этой связи в работе экспериментально изучено влияние солей: хлоридов натрия и кальция и бикарбоната натрия на растворимость лактозы и вязкость насыщенных растворов. В результате было установлено, что с увеличением концентрации солей в растворе растворимость лактозы сначала снижается, а затем растет. Снижение растворимости в первой концентрационной области обусловлено гидратационной способностью ионов электролитов. Наибольшим высаливающим эффектом обладают

соли кальция. Увеличение растворимости во второй концентрационной области может быть объяснено комплексообразованием. Анион хлора в наибольшей степени повышает растворимость лактозы по сравнению с анионом углекислоты. Полученные закономерности были описаны параболическими зависимостями. Среднее относительное отклонение расчётных значений от опытных данных составило $\pm 3,66\%$. Вязкость оказывает значительное влияние на процесс кристаллизации и, особенно на стадию зарождения новой фазы. При исследовании вязкости насыщенных растворов лактозы было установлено, что при невысоких значениях концентраций солей, вязкость возрастает незначительно, а затем наблюдается более интенсивное ее увеличение. В небольших количествах (менее 5%) соли кальция способны снижать растворимость лактозы и интенсифицировать процесс кристаллизации. Установленные закономерности следует учитывать в промышленном производстве молочного сахара.

Summary

The aim of this work is to study experimentally lactose solubility and the viscosity of saturated solutions in the presence of certain impurities that are contained in the raw materials or introduced into solutions during technological processing. These impurities have a significant effect on lactose solubility, on the process of its crystallization and, as a consequence, on the yield and quality of milk sugar. For example, at the stage of milk whey purification with various reagents, sodium and calcium cations as well as chlorine and carbon dioxide anions are additionally introduced into the supersaturated crystallizing lactose solution. In this regard, the authors have experimentally studied the salt effect, that is, sodium and calcium chlorides as well as sodium bicarbonate on lactose solubility and the viscosity of saturated solutions. As a result, it has been found that under increased salt concentration in the solution, lactose solubility first decreases and then increases. The solubility decrease in the first concentration region is due to the hydration capacity of electrolyte ions. Calcium salts have the greatest salting-out effect. The increased solubility in the second concentration region can be explained by complex formation. The chloride anion increases lactose solubility to the greatest extent compared to the carbon dioxide anion. The obtained patterns have been described by parabolic dependencies. The average relative deviation of the calculated values from the experimental data is $\pm 3,66\%$. Viscosity has a significant influence on the crystallization process and, especially, on the stage of new phase nucleation. When studying the viscosity of saturated lactose solutions, it has been found that at low salt concentrations, viscosity increases slightly, and then it increases more intensively. In small amounts (less than 5%), calcium salts can reduce lactose solubility and intensify the crystallization process. The established patterns should be taken into account in the industrial manufacturing of milk sugar.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 215-224
Табл. 1. Ил. 1. Библ. 12.

Поточный кристаллизатор-охладитель для сгущенных молочных консервов с сахаром

Виноградова Ю. В., Гнездилова А. И. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Continuous-action crystallizer-cooler for sweetened condensed milk products

Vinogradova, Yu. V.
vinogradova_vgmha@mail.ru
Gnezdilova, A. I.
gnezdilova.anna@mail.ru

Ключевые слова: кристаллизация, лактоза, кристаллизатор, охлаждение, сгущенный молочный продукт с сахаром.

Keywords: crystallization, lactose, crystallizer, cooling, sweetened condensed milk product

Реферат

Целью работы является разработка кристаллизатора для сгущенных молочных консервов с сахаром, позволяющего реализовать двухступенчатый режим охлаждения и обеспечить повышение качества продукта при реализации поточности процесса кристаллизации лактозы. Для обеспечения двухступенчатого способа охлаждения продукта, была разработана конструкция аппарата для кристаллизации, которая состоит из двух основных частей: спиральной и шнековой. Для охлаждения продукта выбрана пропилен-гликолевая система охлаждения, имеющая ряд положительных качеств: не дает выпадение осадка, не вызывает коррозии металлических поверхностей, имеет высокую термостойкость и отличные смазочные характеристики. Немаловажным условием применения данной системы является то, что вследствие нетоксичности утечка пропиленгликоля не представляет угрозы для окружающей среды и здоровья людей. В результате проведенной опытно-промышленной проверки было установлено, что двухступенчатый способ охлаждения позволяет улучшить качество готовой продукции по сравнению с традиционным за счет снижения среднего линей-

ного размера кристаллов лактозы на 18-25%, что подтверждает также органолептическая оценка. При реализации данного способа охлаждения продолжительность процесса сокращается на 65%. Экономические затраты на осуществление двухступенчатого способа охлаждения на 10% ниже, чем при традиционном способе охлаждения в вакуум-охладителях.

Summary

The purpose of the present study is to develop a crystallizer for sweetened condensed milk products that enables a two-stage cooling regime and improves the product quality by means of a continuous lactose crystallization process. To achieve the two-stage cooling method, the apparatus design has been developed; it comprises two main components, that is a spiral section and a screw section. Propylene glycol has been taken as a cooling medium due to its favorable properties: it prevents sediment formation, does not cause corrosion of metal surfaces, exhibits high thermal stability, and possesses excellent lubricating characteristics. An important factor in using this system is the non-toxicity of propylene glycol, which ensures that any leakage poses no risk to the environment or human health. Pilot-industrial testing has demonstrated that the two-stage cooling method improves the quality of the final product compared to the conventional method by reducing the average linear size of lactose crystals by 18–25%, corroborated by organoleptic evaluation. Moreover, this cooling approach reduces the process duration by 65%. The costs associated with the two-stage cooling method are 10% lower than those of traditional cooling methods using a vacuum crystallizer.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 148-162
Табл. 2. Ил. 3. Библ. 16.

Влияние систем удобрения на разных фонах кислотности на урожайность и показатели качества зеленой массы вико-овсяной смеси

Ерегин А. В. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

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

Власова О. А. Федеральное государственное бюджетное учреждение государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

Effect of fertilizer systems on yields and quality indicators of the green mass of the vetch – oat mixture on different acidity backgrounds

Eregin, A. V.

Al.eregin2018@yandex.ru

Vernodubenko, V. S.

Quercus45@mail.ru

Vlasova, O. A.

Cool.vlasova2013@yandex.ru

Ключевые слова: вико-овсяная смесь, системы удобрения, известкование, урожайность, качество зеленой массы, дерново-подзолистая почва.

Keywords: vetch-oat mixture, fertilizer systems, liming, yield, quality of green mass, sod-podzolic soil

Реферат

Объектом исследования в длительном полевом опыте являлась вико-овсяная смесь. Исследование проводили в природно-климатических условиях Вологодской области на среднеоккультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Изучали действие систем удобрения на урожайность культуры и качественные показатели зеленой массы: сырой протеин, клетчатка, обменная энергия, кормовые единицы. В опыте исследовали следующие системы удобрения: 1. Без удобрения (контроль) 2. Органическая система (навоз КРС, 50 т/га) 3. Минеральная система (N30P30K30) 4. 1 Органо-минеральная система (навоз КРС, 25т/га + N15P15K15) 5. 2 Органо-минеральная система (навоз КРС, 50 т/га + N30P30K30). Все системы удобрения испытывали на 2-х фонах кислотности: рНкcl=5,1-5,2 ед. (без известкования) и рНкcl=5,7-5,9 ед. (с известкованием). Площадь

опытной делянки 100 м², учетной – не менее 80 м². Повторность вариантов – трехкратная, срок исследования – 5 лет. Известкование увеличило урожайность зеленой массы в среднем за 5 лет на 2,4 т/га по сравнению с фоном без извести. Урожайность зеленой массы в контрольном варианте колебалась от 202 ц/га до 285 ц/га. Наибольшую прибавку урожайности во все года исследования получали в варианте с 2 органо-минеральной системой удобрения. По отношению к контрольному варианту она составляла от 49 до 107%, в зависимости от погодных условий периода вегетации. Установлено, что показатели качества зеленой массы вико-овсяной смеси более изменяются под действием систем удобрения, чем при изменении кислотности почвы. Сбор сырого протеина увеличивался на 5% на фоне известкования. Применение 2 органо-минеральной системы удобрения на известкованном фоне почвы позволило получить 1,4 т/га сырого протеина. А в варианте без применения удобрений только 0,7 т/га.

Summary

The research object in a long-term field experiment is a vetch-oat mixture. The study has been carried out in the natural and climatic conditions of the Vologda region on medium-cultivated sod-podzolic light loamy soil. The researchers have studied the effect of fertilizer systems on crop yields and quality indicators of green mass in relation to crude protein, fiber, metabolic energy and feed units. The following fertilizer systems have been studied in the course of the experiment: 1. Without fertilizers (control) 2. Organic system (cattle manure, 50 t/ha) 3. Mineral system (N30P30K30) 4. the 1st organo-mineral system (cattle manure, 25 t/ha + N15P15K15) 5. the 2nd organo-mineral system (cattle manure, 50 t/ha + N30P30K30). All fertilizer systems have been tested on two level acidity: pH_{KCl} = 5.1-5.2 un. (without liming) and pH_{KCl} = 5.7-5.9 un. (with liming). The area of the experimental plot is 100 m², the accounting area is at least 80 m². The repetition of the variants is threefold, the study period is 5 years. Liming has increased the green mass yield by an average of 2.4 t/ha over 5 years compared to the background without liming. The green mass yield in the control variant has ranged from 202 c/ha to 285 c/ha. Over the study years, the greatest increase in the yield has been obtained under the 2nd organo-mineral fertilizer system. In relation to the control variant, it has ranged from 49 to 107%, depending on weather conditions of the growing season. It has been established that fertilizer systems have a greater effect on the quality indicators of the green mass of the vetch-oat mixture compared to the soil acidity effect. The crude protein yield has increased by 5% after liming. The 2nd organo-mineral fertilizer system used on a calcareous soil has made it possible to obtain 1.4 t/ha of crude protein. The variant without fertilizers have given only 0.7 t /ha of crude protein.

[Молочнохозяйственный вестник, 2025, No 4 (60)]
с. 163-180
Табл. 3. Ил. 3. Библ. 23

Влияние источника углерода на накопление биомассы целлюлозолитических микроорганизмов - продуцентов кормовой добавки

Новикова Т.В., Воеводина Ю.А., Рыжакина Т.П. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Influence of Carbon Source on the Accumulation of Biomass by Cellulolytic Microorganisms as Producers of Feed Additive

Novikova, T. V.
parazitology@yandex.ru
Voevodina, Yu. A.
yulkavo@mail.ru
Ryzhakina, T. P.
vologdatp@yandex.ru

Ключевые слова: целлюлозолитические микроорганизмы, питательные среды, культивирование, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), лактоза, рубцовый фильтрат, рост микробной биомассы, оптическая плотность, спектрофотометрия.

Keywords: cellulolytic microorganisms, nutrient media, cultivation, carboxymethyl cellulose (CMC), lactose, rumen filtrate, microbial biomass growth, optical density, spectrophotometry.

Реферат

Целлюлозолитические микроорганизмы играют ключевую роль в рубцовом пищеварении жвачных животных, а их эффективное культивирование требует оптимального состава питательных сред. Целью данного исследования была сравнительная оценка эффективности различных питательных сред для накопления биомассы и сохранения активности целлюлозолитических микроорганизмов. Исследования проводили с применением стандартных методик микробиологического исследования с применением спектрофотометрии. Результаты исследований обработаны с применением программы MEDSTATISTIC. Исследования проведены в Вологодской области. Выводы: питательная среда с труднодоступным источником углерода обеспечивает медленный, но стабильный прирост культуральной массы, фаза активного роста длилась до 3-5 суток, отрицательные значения прироста наблюдались как исключение; среда

с легкодоступным источником углерода обеспечивала взрывной, но неустойчивый рост на 2-е сутки 17 из 19 штаммов, но уже с 3 суток у большинства штаммов отмечен отрицательный прирост, что свидетельствует о быстром метаболическом истощении;

комбинированная среда с различными типами источников углерода сочетала высокий стартовый прирост (в среднем 140.2% на 2-е сутки) с последующей стабилизацией и поддержанием положительной динамики (в среднем 7.98% и 4.67% на 4-е и 5-е сутки).

Таким образом, наиболее эффективной для культивирования целлюлозолитических микроорганизмов является комбинированная питательная среда, содержащая как легкодоступный, так и труднодоступный источник углерода. Такая среда обеспечивает как быстрое накопление биомассы на начальном этапе, так и длительное поддержание метаболической активности культуры. Результаты работы имеют практическое значение для разработки эффективных методов культивирования целлюлозолитических микроорганизмов с целью оптимизации рубцового пищеварения и повышения конверсии корма у жвачных животных.

Summary

Cellulolytic microorganisms play a key role in ruminal digestion of cud-chewing animals, and their effective cultivation requires an optimal composition of nutrient media. The aim of the study was to comparatively evaluate the effectiveness of various nutrient media for biomass accumulation and maintenance of cellulolytic microbial activity. The research was conducted using standard microbiological methods, including spectrophotometry. The results were processed using the MEDSTATISTIC software. The study was carried out in the Vologda Region. It was found that nutrient medium with a recalcitrant carbon source provided slow but stable growth of the culture mass; the active growth phase lasted up to 3–5 days, with negative growth values observed only as exceptions. Medium with a readily available carbon source induced explosive but unstable growth: on the second day, 17 out of 19 strains showed growth, however, from the third day, most strains exhibited negative growth, indicating rapid metabolic exhaustion. Combined medium with different types of carbon sources balanced a high initial growth rate (averaging 140.2 % on the second day) with subsequent stabilisation and maintenance of positive dynamics (averaging 7.98 % and 4.67 % on the fourth and fifth days, respectively). Thus, the most effective medium for cultivating cellulolytic microorganisms is a combined nutrient medium containing both readily available and recalcitrant carbon sources.

This medium ensures culture rapid biomass accumulation at the initial stage and longterm maintenance of its metabolic activity. The results are of practical importance for developing efficient methods of cultivating cellulolytic microorganisms to optimise ruminal digestion and improve feed conversion in cud-chewing animals.

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 целесообразности

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.