

*Традиции,*

*Kareembo,*

*Genex*

№4(56), IV кв. 2024

<http://molochnoe.ru/journal>

# МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ВЕСТНИК

ISSN 2225-4269

## Читайте в номере:

- Взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы
- Секвенирование одной молекулы как инновационный способ изучения эпигенетики и генетического разнообразия сельскохозяйственных животных
- Значимость эмульгаторов при производстве молокосодержащих продуктов

### 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](mailto: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 (56), 2024

Сетевой периодический теоретический и научно-практический журнал

Издается с 2011 года. Выходит 4 раза в год

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

**Главный редактор:** Бирюков Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

## Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Редакционная коллегия:

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

**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

**Кудрин Александр Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

**Новикова Татьяна Валентиновна**, доктор ветеринарных наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологий, 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](mailto: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 (56), 2024

Internet periodical theoretical and practical journal

Issued since 2011. Published 4 times a year.

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

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

## Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Editorial Staff:

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

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

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

**Kudrin Aleksandr Grigoryevich**, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Animal Breeding and Biology Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

**Novikova Tatyana Valentinovna**, Doctor of Sciences (Veterinary), Professor, the Dean of the faculty of veterinary medicine and biotechnology, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

**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](mailto: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

А.И. Азовцева, А.Е. Рябова, Н.В. Дементьева. <b>Молекулярно-генетические основы развития скелета кур</b>	10
A.I. Azovtseva, A.E. Ryabova, N.V. Dement'eva. <b>Molecular Genetic Basis of Chicken Skeleton Development</b>	27
Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко, Е.А. Третьяков, Н.А. Щекутьева. <b>Оценка соответствия качества сена из основных видов трав, заготовленного в хозяйствах Вологодской области</b>	28
E.V. Bogatyreva, P. A. Fomenko, E. A. Tret'yakov, N. A. Shchekut'eva. <b>Evaluation of the Quality of Hay from the Main Kinds of Grasses Harvested by Farms of the Vologda Region</b>	45
О.Н. Бургомистрова, Н.В. Чухарева, Н.Е. Бургомистров. <b>Взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы</b>	47
O. N. Burgomistrova, N. V. Chukhareva, N. E. Burgomistrov. <b>The Relationship of the Signs of a Linear Assessment of the Exterior with the Signs of Dairy Productivity of Holstein Cows</b>	62
А.П. Дысин, Н.В. Дементьева. <b>Секвенирование одной молекулы как инновационный способ изучения эпигенетики и генетического разнообразия сельскохозяйственных животных</b>	63
A. P. Dysin, N. V. Dement'eva. <b>Single Molecule Sequencing as an Innovative Way to Study Epigenetics and Genetic Diversity of Farm Animals</b>	81
Т.А. Ларкина, М.В. Позовникова, А.Б. Вахрамеев, З.Л. Федорова. <b>Анализ экспрессии гена LCORL у кур русской белой породы в реперные точки роста и физиологического созревания</b>	83
T.A. Larkina, M.V. Pozovnikova, A.B. Vakhrameev, Z. L. Fedorova. <b>Analysis of LCORL gene expression in the Russian White chickens at reference points of growth and physiological maturation</b>	98
А.В. Островский, В.В. Букас, М.В. Базылев, Н.П. Разумовский, А.М. Синцерова, Е.А. Левкин, В.Н. Минаков, В.В. Линьков. <b>Влияние ввода витаминно-минеральных премиксов в рационы коров на их продуктивность и воспроизводительные функции</b>	100
A.V. Ostrovskiy, V.V. Bukas, M.V. Bazylev, N.P. Razumovskiy, A.M. Sintserova, E.A. Levkin, V.N. Minakova, V.V. Lin'kov. <b>Influence of vitamin and mineral premixes introduced into cows' rations on their productivity and reproductive functions</b>	119

Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, И.Л. Безгодова, Б.Н. Старковский, О.В. Чухина. <b>Использование минеральных удобрений и микробиологических препаратов на пастбищных агрофитоценозах</b>	121
E. N. Pryadil`shchikova, V. V. Vakhrusheva, I. L. Bezgodova, B. N. Starkovskiy, O. V. Chukhina, <b>The Use of Mineral Fertilizers and Microbiological Preparations in Pasture Agrophytocenoses.</b>	138
Е.А. Третьяков, Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова. <b>Динамика поголовья и надоя коров Северо-Западного федерального округа Российской Федерации</b>	140
E. A. Tret`yakov, N. I. Abramova, O. L. Khromova. <b>Movements of Cows` Population and Milk Yield in Northwestern Federal District of the Russian Federation</b>	158
О.В. Чухина, А.И. Демидова, А.С. Лисина, А.Л. Бирюков. <b>Расчет доз удобрений под клеверо-тимофеечную смесь</b>	159
O. V. Chukhina, A. I. Demidova, A. S. Lisina, A. L. Biryukov. <b>Fertilizer rate calculation for clover-and-timothy mixture</b>	171
Д.В. Шестаков, М.В. Механикова, В.А. Бильков, О.Н. Бургомистрова, Н.Ю. Литвинова. <b>Мясное скотоводство в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодчины</b>	172
D. V. Shestakov, M. V. Mekhanikova, V. A. Bil`kov, O. N. Burgomistrova, N. Yu. Litvinova. <b>Beef Cattle Breeding in Peasant (Farm) Households of the Vologda Region</b>	186
А.А. Кузин, В.А. Шохалов, А.В. Данилевская. <b>Экологические и технические аспекты актуализации справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство напитков, молока и молочной продукции»</b>	188
A. A. Kuzin, V. A. Shokhalov, A. V. Danilevskaya. <b>Environmental and technical aspects in updating best available technique reference notes «Production of beverages, milk and dairy products»</b>	197
А.А. Куликова, Е.В. Топникова. <b>Значимость эмульгаторов при производстве молокосодержащих продуктов</b>	198
A.A. Kulikova, E.V. Topnikova. <b>Importance of emulsifiers in manufacturing milk-containing products</b>	210
Д.Б. Никитюк, Е.М. Щетинина, И.Ю. Тармаева. <b>Экономическая составляющая и конкурентоспособные преимущества разработки и производства специализированного молочного продукта</b>	211
D. B. Nikityuk, E. M. Shchetinina, I. Yu. Tarmaeva. <b>Economic component and competitive advantages of development and manufacture of specialized dairy product</b>	223

В.И. Носкова, Т.С. Демидова, Ю.А. Овечкина. <b>Микробиологические аспекты и потребительская оценка плавленого сыра</b>	225
V.I. Noskova, T.S. Demidova, Yu.A. Ovechkina. <b>Microbiological aspects and consumer evaluation of processed cheese</b>	236
Т.А. Павлова, Ю.В. Никитина, Е.С. Данилова. <b>Использование антиоксидантов в продуктах маслodelия. Астаксантин</b>	237
T. A. Pavlova, Y. V. Nikitina, E. S. Danilova. <b>The use of antioxidants in butter products. Astaxanthin</b>	256
М.П. Щетинин, И.Ю. Тармаева, Е.М. Щетинина. <b>Разработка молочного продукта с ягодным компонентом</b>	258
M. P. Shchetinin, E. M. Shchetinina, I. Yu. Tarmaeva. <b>Development of a dairy product with a berry ingredient</b>	269
<b>Рефераты</b>	271
<b>Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»</b>	308

# Молекулярно-генетические основы развития скелета кур

Азовцева Анастасия Ивановна, младший научный сотрудник, аспирант

e-mail: ase4ica15@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Рябова Анна Евгеньевна, младший научный сотрудник, аспирант

e-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Дементьева Наталия Викторовна, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией молекулярной генетики

e-mail: dementevan@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

**Ключевые слова:** скелет, конечности, SNP, ген, ДНК-маркеры, кость, QTL.

**Аннотация.** Птицеводство является важной отраслью агропромышленного комплекса России, так как она обеспечивает население ценным белком животного происхождения. Тем не менее, существует острая зависимость от использования зарубежного племенного материала, что создает дополнительные риски для продовольственной безопасности страны. Решением этой проблемы

может стать внедрение отечественных пород в промышленное птицеводство, однако для этого необходимо эффективно использовать имеющиеся генетические ресурсы. Последнее невозможно без наличия данных о генетической детерминированности хозяйственно-полезных признаков и молекулярных взаимодействиях, которые обеспечивают их оптимальное проявление. Для мясного направления продуктивности особое значение имеют характеристики скелета, в частности размер костей и их пропорции, т.к. они влияют как на здоровье, так и на продуктивность птиц. В соответствии с этой целью данного исследования стало изучение и систематизация накопленных данных о механизмах, детерминирующих развитие скелета, а также обсуждение возможности их внедрения в селекционные программы для развития отечественного птицеводства.

### **Введение**

Одомашнивание животных привело к большому морфологическому разнообразию, которое с развитием генетики и геномных технологий стало активно исследоваться. Изучение доместикационных изменений стало актуальным как для пополнения фундаментальных знаний о филогении видов, так и для понимания генетических механизмов, регулирующих продуктивные признаки. Сфера птицеводства представляет особый интерес для изучения таких изменений, т.к. она является источником высокоценного белка животного происхождения. На территории Российской Федерации птицеводство занимает лидирующее место среди других видов животноводства, однако существует острая зависимость от использования зарубежного племенного материала [1]. Для успешного импортозамещения необходимо эффективно использовать имеющиеся отечественные генетические ресурсы, что невозможно без наличия данных о генетической детерминированности хозяйственно-полезных признаков и молекулярных взаимодействиях, формирующих их оптимальное проявление. К примеру, для мясного направления продуктивности немаловажное значение имеют морфологические характеристики скелета, так как размер и пропорциональные соотношения последнего оказывают влияние не только на уровень продуктивности кур, но и на их здоровье [2]. Так, самые распространенные показатели развития костей – длина и обхват плюсны – проявляют высокую корреляцию с живой массой особи [3, 4]. Особи со скелетными аномалиями и плохим качеством костей, среди которых особое значение приобретают остеопороз, рахит и различные дисхондроплазии, не способны поддерживать высокую продуктивность и выбраковываются из стад [5], что приводит к значительным экономическим убыткам [6]. Несмотря на то, что на протяжении десятилетий

куры использовались в качестве модельного организма для изучения развития позвоночных [7], генетические механизмы, лежащие в основе формирования куриных костей и их пропорций, до конца не изучены [2]. Ранее такие скелетные характеристики птиц, как пропорции конечностей и морфофункциональное строение грудины, изучались на предмет их связи с полетом, передвижением по земле и благополучием животных [8]. В последнее время активный интерес исследователей к теме костных показателей объясняется как необходимостью повышения продуктивного потенциала особи, так и предотвращения развития пороков и состояний, представляющих экономическую угрозу [6]. Тем не менее, несмотря на актуальность темы молекулярно-генетических основ развития скелета кур, на сегодняшний день не опубликовано работ, обобщающих и систематизирующих накопленные данные. Принимая во внимание, что рост и развитие костных структур находится под сложным генетическим контролем, раскрытие его молекулярных механизмов может способствовать значительному повышению эффективности селекции [9]. Это, в свою очередь, означает, что изучение генетических основ остеогенеза кур является целесообразной задачей для развития отечественной селекционно-племенной базы птиц.

**Целью данного исследования** стало изучение и систематизация накопленных данных о молекулярно-генетических механизмах, детерминирующих развитие скелета кур и обсуждение возможности их использования для совершенствования отечественного птицеводства.

### **Молекулярные основы остеогенеза**

Костные ткани у позвоночных формируются в ходе эмбриогенеза посредством двух процессов – внутримембранозного костеобразования, которое образует кости черепа, и эндохондральной оссификации, которая формирует большую часть скелета, генерируя кость через промежуточный хрящ [10]. Особый интерес представляет эндохондральная оссификация, т.к. именно она формирует основные части скелетной системы кур – бедренную и большеберцовую кости, плюсну, а также грудину и киль [11]. Она состоит из ряда ключевых процессов, среди которых – образование мезенхимального скопления, дифференцировка и созревание хондроцитов, а также формирование пластин роста и остеобластогенез [10]. Ввиду существования широкого спектра заболеваний и аномалий скелета ряд этих процессов был изучен как на человеке, так и на модельных лабораторных животных. В результате были выявлены функциональные роли ряда генов. Например, гены *HOXA13* и *HOXD13* – белки развития, которые отвечают за транскрипцию и ее регуляцию – контролируют мезенхимальное скопление в участке эмбриона мышей, отвечающего за развитие дистальных элементов скелета (запястье и предплюсна, пясть и плюсна,

фаланги пальцев) [12]. Более того, у нокаутированных по гену *HOXA13* эмбрионов отмечен пониженный уровень продукта экспрессии *EPHA7* – рецептора эфрина, который также является белком развития и обычно разграничивает зачатки пальцев [12]. Помимо вышеуказанных, отмечена роль генов семейства костных морфогенетических белков (BMP), отвечающих за хондрогенез и остеогенез, в формировании хондрогенных мезенхимальных скоплений. В частности отмечено, что делеции в генах *BMP2* и *BMP4* приводят к потере средних элементов скелета (лучевая и локтевая кости, большеберцовая и малоберцовая кости) и к дефектам суставных сочленений [13].

После своего образования клетки в мезенхимальном скоплении дифференцируются в хондроциты, которые секретируют хрящевой матрикс [10]. На сегодняшний день известно, что ген *SOX9*, участвующий в транскрипции и ее регуляции, необязателен для первоначального образования мезенхимальных скоплений, но необходим для хондрогенеза [14]. Этот ген, совместно с *SOX5* и *SOX6*, регулирует дифференцировку хондроцитов за счет связывания и активирования генов компонентов внеклеточного матрикса хряща [15], в частности генов, кодирующих коллаген II типа и агрекан. Гены семейства BMP также принимают участие в хондрогенной дифференцировке [14]. Так, делеции в генах *BMPRI1A* и *BMPRI1B* – рецепторах BMP – приводят к тяжелой форме хондродисплазии, при которой большинство элементов скелета отсутствует [16]. К аналогичной хондродисплазии приводит и одновременный нокаут *SMAD1* и *SMAD5* – модуляторов транскрипции, опосредующих множество сигнальных путей [17]. Помимо сигнального пути BMP, в процессе остеогенеза задействован сигнальный путь WNT, который участвует в развитии и метаболизме костей, а именно в дифференцировке и пролиферации хондроцитов, мезенхимальных стволовых клеток, остеокластов и остеобластов [18]. В отличие от BMP некоторые гены WNT подавляют дифференцировку хондроцитов. Так, изучение зачатков конечностей куриных эмбрионов выявило, что эктопическая экспрессия *WNT1* или *WNT7A* ингибировала дифференцировку хондроцитов [19]. В исследованиях на человеке обнаружено, что аллели гена *WNT1* вызывают аутосомно-рецессивное врожденное заболевание, характеризующееся снижением костной массы и рецидивирующими переломами [20]. Вероятно, антихондрогенная роль белков WNT может быть опосредована  $\beta$ -катенином, поскольку сверхэкспрессия стабилизированной формы последнего в мезенхиме эмбриональных конечностей мышей приводит к почти полной потере всех элементов хряща конечностей [21]. Отсюда можно сделать вывод, что сигнальный путь WNT/ $\beta$ -catenin подавляет хондрогенез. Аналогичным образом действует и сигнальный путь NOTCH, т.к. подавление пе-

редачи сигналов этого пути ускоряет дифференцировку хондроцитов [22].

Следующим этапом является формирование пластин роста и остеобластогенез. После быстрой пролиферации, центральные хондроциты проходят созревание, в ходе которого они гипертрофируются. Эти изменения сопровождаются сосудистой инвазией, которая приводит к появлению клеток-предшественников, дифференцирующихся в остеобласты. Последние и создают первичные центры окостенения [23]. Упорядоченное созревание хондроцитов в эмбриональных пластинах роста приводит к появлению зон пролиферации, гипертрофии и костеобразования, которые линейно прогрессируют от эпифизов к диафизу кости [10]. И на остеобластогенез, и на формирование пластин роста оказывает влияние вышеупомянутый сигнальный путь WNT. Так, нокаутированные по гену *WNT5A* мыши обнаруживают заметную задержку гипертрофии хондроцитов [24]. Интересно, что сверхэкспрессия *WNT5A* или *WNT5B* в хондроцитах также задерживает гипертрофию как у мышинных, так и у куриных эмбрионов [24]. Кроме вышеперечисленных, важное значение для остеобластогенеза имеют *LRP5* и *LRP6*, т.к. делеции в эти генах приводят к потере остеобластов в эмбрионах мышей [25]. Ген *RUNX2*, член семейства транскрипционных факторов, также играет важную роль как в дифференцировке, так и в нормальном функционировании остеобластов. В частности, гомозиготная делеция *RUNX2* у мышей приводит к полной потере остеобластов, тогда как гаплонедостаточность *RUNX2* вызывает клейдокраниальную дисплазию [10].

### **Генетические ассоциации с показателями развития костей**

Развитие геномных технологий привело к накоплению значительного количества данных о кандидатных генах и локусах количественных признаков (QTL, quantitative trait loci), ассоциированных с показателями развития скелета и костей. Одними из первых были исследования по идентификации QTL, связанных с длиной плюсны у кур. Tsudzuki et al (2007) использовали для исследования популяцию кур, полученную в результате скрещивания японской бойцовой породы О-Шамо и белого леггорна, и выявили для них три достоверно значимых QTL на хромосомах 1, 4 и 24, а также один предположительно значимый QTL на хромосоме 27 [3]. Gao et al (2010) провел аналогичные исследования, но с использованием популяции, полученной в результате скрещивания китайской шелковой породы кур и белого плимутрока. В результате было выявлено 6 QTL-регионов на хромосомах 1, 2, 4, 5 и 23, которые действовали в периоды активного роста плюсны [4]. Результаты этих исследований были частично объединены в работе Shen et al (2013), где для анализа был создан интеркросс между промышленными

бройлерами и Хойянскими бородатыми курами. В результате было выявлено два достоверно значимых QTL на хромосомах 1 и 27, которые значительно влияли на такие показатели, как обхват и длина плюсны в разных возрастах, а также на живую массу и конверсию корма [26].

Для более точных идентификаций селекционных мишеней был проведен ряд исследований полногеномного поиска ассоциаций (GWAS, genome-wide association study). Так, в 2020 году исследовательская группа Zhangetal (2020) провела GWAS-анализ для показателей ростовых характеристик тушек кур на основе гаплотипов. В качестве материала использовались линии бройлеров, отбираемые по-разному содержанию брюшного жира. В результате было выявлено 110 гаплотипных регионов, ассоциированных с обхватом плюсны кур. Большинство из них было расположено на 1, 2, 8, 21 и Z хромосомах. Всего было идентифицировано 66 генов, однако, исходя из их функций, только 6 генов на хромосоме 21 были предложены в качестве кандидатов – *TNFRSF1B*, *PLOD1*, *NPPC*, *MTHFR*, *EPHB2* и *SLC35A3* [27]. *TNFRSF1B* является членом суперсемейства рецепторов TNF, который может регулировать влияние последнего на остеокластогенез. С минеральной плотностью костей у людей были ассоциированы как варианты гена *PLOD1* [28], так и *MTHFR* [29]. *NPPC* представляет собой натрийуретический пептид, также известный как *CNP*. Согласно имеющимся данным, сверхэкспрессирующие *CNP* мыши имеют более длинные кости [30]. В другом исследовании обнаружили, что *CNP* участвует в регуляции роста скелета у трансгенных и нокаутных мышей [27]. Миссенс-мутация в гене *SLC35A3* была ассоциирована с пороками развития позвонков у крупного рогатого скота [31]. Наконец, однонуклеотидный полиморфизм (SNP, single nucleotide polymorphism) rs12742784, локализованный внутри гена *EPHB2*, был ассоциирован с повышенной минеральной плотностью костей [32]. В исследовании по выявлению локусов, связанных с характеристиками роста, также были выявлены QTL на хромосоме Z, оказывающие сильное влияние на показатель длины голени [33]. Среди генов, локализованных в этих QTL, можно отметить гены *LIFR*, мутации в котором вызывают заболевание группы дисплазий изогнутых костей, *PTGER4*, предположительно участвующий в остеопорозе, и *RICTOR*, играющий важную роль в эмбриогенезе [33].

В том же году группа Emrani et al (2020) провела GWAS-анализ для показателей длины и обхвата голени кур. Исследования были проведены на популяции кур, полученной путем реципрокного скрещивания между иранскими аборигенными кур и специализированной иранской линией бройлеров Arjan. В результате было выявлено 11 достоверно значимых SNP, 2 из которых были ассоциированы с длиной голени, а оставшиеся 9 – с её обхватом [34]. По результатам исследования особый интерес

представлял SNP rs16178763, локализованный вблизи гена *MXRA8* на хромосоме 21 и ассоциированный с длиной голени в возрасте 1 недели, а также SNP rs16689511, расположенный в гене *LOC101747628* на хромосоме Z, т.к. он был достоверно связан с длиной голени сразу в трех разных возрастах птиц.

В работе Li et al (2021) одновременно исследовали и полногеномные ассоциации с показателями костей, и следы селекции в генетической архитектуре, обуславливающей особенности костей кур [2]. В качестве материала для исследования была использована популяция кур, полученная при скрещивании петухов-бройлеров, полученных от линии с высоким содержанием жира в брюшной полости, и несушек китайской породы Baier. В результате выявлены достоверно значимые SNP на хромосомах 1, 4 и 27. В интронной части гена *SERPINE 3* на хромосоме 1 были выявлены SNP, ассоциированные одновременно с длиной плюсны, кия, бедренной кости и кости голени. Также на хромосоме 1 выявлены SNP в интроне гена *LOC770248*, ассоциированные и с обхватом плюсны, и с длиной бедренной кости. Также на 1 хромосоме выявлен ген *LHFP*, ассоциированный с длинами голени, плюсны и кости бедра, ген *LRCH1* – с обхватом плюсны и обхватом груди, *RB1* – с обхватом плюсны и длиной кия, *FND3A* и *SMAD9* – с обхватом плюсны, а также массой голени и бедра, *MLNR* – с обхватом груди, *FOXO1* – с обхватом плюсны, а также длиной бедренной кости и голени, и ген *POSTN*, ассоциированный только с обхватом плюсны.

На 4 хромосоме для обхвата плюсны был идентифицирован ген *CPZ*, а для длины кия и голени – *RBPJ*. Кроме вышеуказанных, на 4 хромосоме также выявлен ген *SLIT2*, ассоциированный одновременно с несколькими признаками, в частности с обхватом плюсны, длиной бедренной кости и длиной кия. На хромосоме 27 обнаружены SNP в гене *IFG2BP1*, ассоциированные с обхватом плюсны и длиной голени, в гене *ETV4* – с длиной бедренной кости, а также SNP в области между генами *NXPH3* и *NGFR*, ассоциированные с длиной кия. В целом, на 27 хромосоме гены *SPOS*, *NGFR* и *SOST* были ассоциированы с длиной кия и длиной бедренной кости, тогда как *ZNF652* и *HOXB3* – только с длиной бедренной кости.

При совместном использовании GWAS-анализа и анализа следов селекции картировано 166 генов – кандидатов остеогенеза. Многие из них ранее были идентифицированы и в других исследованиях. Например, в исследовании Wang et al (2020) была обозначена важная роль генов *ZNF652* и вышеупомянутого *IFG2BP1* в росте костей кур [35]. В GWAS-исследовании на мышах *LHFP* был идентифицирован как ключевой регулятор активности остеобластов и костной массы [36]. Для гена *SAMD9*, помимо участия в сигнальном пути BMP, обнаружена мута-

ция, связанная с высокой костной массой [37]. Выявлен ген *PPARGC1A*, играющий важную роль в скелетном гомеостазе, а также *NKX3-2*, участвующий в регуляции эндохондральной оссификации и продольном росте костей [35]. Согласован с предыдущими исследованиями и ген *LRCH1* – локус предрасположенности к остеоартриту [38], а также *POSTN* – кандидатный ген, ассоциированный с изменениями в минеральной плотности костной ткани, который может стать мишенью для лечения остеопороза [39]. Стоит отметить и ген *SOST*, который ранее был ассоциирован с остеопорозом не только у людей, но и у кур [40]. Помимо вышеперечисленных, идентифицированы и гены *SPOP*, *NGFR*, *NCAPG* и *HOXB3*, ассоциированные с показателями длины бедра, голени и плюсны в другом GWAS-исследовании [41]. Совпали и гены *FNDC3A*, *MLNR*, *CAB39L* и *RB1*, полученные ранее в результате картирования QTL для признаков костей [9].

Наконец, следует отметить и исследование Cao et al (2019), в котором перспективным геном-кандидатом стал ген *PITX2* на хромосоме 4, т.к. полимоорфизмы в его экзонах оказывали существенное влияние на размеры тела и характеристики тушек чернокостных кур горы Улян [42].

### **Перспективы использования данных**

Учитывая тот факт, что сигнальные пути и гены, участвующие в процессах остеогенеза, проявляют высокую консервативность среди видов, существует высокая вероятность подтверждения влияния вышеперечисленных QTL и генов на костные характеристики и особенности отечественных пород кур. Однако это требует проведения дополнительных исследований по расшифровке генетической информации у последних. Тем не менее, проведенная систематизация имеющихся данных по молекулярно-генетическим основам развития скелета кур позволяет значительно сократить изучаемые области генома – т.е. подвергать анализу не все 78 хромосом генома, а отдельные хромосомы, QTL, гены и SNP, локализованные в них. Это способно сократить не только длительность проведения исследований, но и сопутствующие финансовые затраты.

Важно отметить и существующую проблему сохранения генетического разнообразия пород. Высокие темпы развития отрасли создают опасную ситуацию, в которой особи, используемые в промышленности, проявляют высокую генетическую гомогенность. В то же время локальные породы, адаптированные к специфическим условиям окружающей среды и зачастую обладающие высоким потенциалом генетического разнообразия, остаются не востребованными и стремительно сокращают свою численность. В сложившихся условиях необходимо изучать автохтонные популяции на наличие целевых QTL,

генов или SNP, которые ранее были ассоциированы с костными показателями у промышленной птицы. Идентификация таких целевых последовательностей генома в перспективе может стать эффективным способом как для сохранения местных пород кур, так и для использования их в селекционно-племенной базе отечественного птицеводства.

### **Заключение**

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что центральное место в процессе эндохондральной оссификации занимают сигнальные пути BMP, WNT, WNT/ $\beta$ -catenin и NOTCH, а также гены, которые в них задействованы. Процессы эндохондральной оссификации, к которым относятся образование мезенхимального скопления, дифференцировка и созревание хондроцитов, а также формирование пластин роста и остеобластогенез, влияют на формирование и развитие костей в эмбриональном периоде. В ходе изучения регионов, связанных с развитием и размерными характеристиками костей, были выявлены ряд QTL на хромосомах 1, 2, 4, 5, 8, 21, 23, 24, 27 и Z. Особое внимание привлекают регионы, которые совпадали в нескольких исследованиях, а именно QTL на хромосомах 1, 4, 21, 27 и Z. Исследования геномных ассоциаций выявили ряд потенциальных кандидатных генов, участвующих в процессах остеогенеза и костного гомеостаза. Так, на 1 хромосоме в процессы развития костей были вовлечены гены *RB1*, *MLNR*, *CAB39L*, *POSTN*, *LOC770248*, *LRCH1*, *FND-C3A*, *SERPINE3*, *FOXO1*, *TRPC4* и *SMAD9*, на хромосоме 4 – *NCAPG*, *SLIT2*, *PPARGC1A*, *NKX3-2*, *PITX2* и *RBPJ*, на 21 хромосоме – *TNFRSF1B*, *PLOD1*, *NPPC*, *MTHFR*, *EPHB2*, *SLC35A3* и *MXRA8*. Для 27 хромосомы потенциальными кандидатами стали гены *HOBX3*, *SOST*, *NGFR*, *SPOP*, *IFG2BP1*, *ETV4*, *ZNF652* и *NXPH3*, а для половой хромосомы Z – *LIFR*, *PTGER*, *RICTOR* и *LOC101747628*. Для повышения эффективности отечественного птицеводства необходимо провести собственные исследования генетической архитектуры отечественных пород кур в перечисленных таргетных генах. В дальнейшем при накоплении достаточной доказательной базы вышеупомянутые кандидатные гены или целевые SNP в них могут быть рекомендованы для использования в программах геномной и маркер-ассоциированной селекции.

### **Благодарность**

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № 124020200114-7.

### **Литература:**

1. Козерод, Ю.М. Современное состояние птицеводства России: проблемы и решения / Ю.М. Козерод, Н.В. Воробьева // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2021. – № 5(74). – С. 114–

121. – DOI: 10.33938/215-114

2. Li Y. D., et al. A combination of genome-wide association study and selection signature analysis dissects the genetic architecture underlying bone traits in chickens. *Animal*, 2021, no. 15(8), pp. 100322. (In English) – Text electronic. DOI:10.1016/j.animal.2021.100322

3. Tsudzuki M., et al. Identification of quantitative trait loci affecting shank length, body weight and carcass weight from the Japanese cockfighting chicken breed, Oh-Shamo (Japanese Large Game). *Cytogenetic and Genomic Research*, 2007, no. 117(1-4), pp. 288-295. (In English) – Text electronic. DOI:10.1159/000103190

4. Gao Y., et al. Identification of quantitative trait loci for shank length and growth at different development stages in chicken. *Animal Genetics*, 2010, no. 41(1), pp. 101-104. (In English) – Text electronic. DOI:10.1111/j.1365-2052.2009.01962.x

5. Азовцева, А.И. Факторы, влияющие на крепость костяка кур / А.И. Азовцева, Н.В. Дементьева // Генетика и разведение животных. – 2023. – № 3. – С. 74–85. – DOI: 10.31043/2410-2733-2023-3-74-85

6. Dale M. D., et al. Bone-remodeling transcript levels are independent of perching in end-of-lay white leghorn chickens. *International Journal of Molecular Sciences*, 2015, no. 16(2), pp. 2663-2677. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/ijms16022663

7. Davey M. G., Tickle C. The chicken as a model for embryonic development. *Cytogenetic and Genome Research*, 2007, no. 117(1-4), pp. 231-239. (In English) – Text electronic. DOI:10.1159/000103184

8. Herrera-Castillo C. M., et al. Skeletal variation in bird domestication: limb proportions and sternum in chicken, with comparisons to mallard ducks and Muscovy ducks. *PeerJ*, 2022, no. 10, pp. e13229. (In English) – Text electronic. DOI: 10.7717/peerj.13229

9. Zhang H., et al. Fine-mapping of quantitative trait loci for body weight and bone traits and positional cloning of the RB1 gene in chicken. *Journal of Animal Breeding in Genetics*, 2011, no. 128(5), pp. 366-375. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2011.00927.x

10. Long F., Ornitz D. M. Development of the endochondral skeleton. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2013, no. 5(1), pp. a008334. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1101/cshperspect.a008334

11. González-Cerón F., Rekaya R., Aggrey S. E. Genetic relationship between leg problems and bone quality traits in a random mating broiler population. *Poultry Science*, 2015, no. 94(8), pp. 1787-1790. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3382/ps/pev159

12. Stadler H.S., Higgins K. M., Capecchi M. R. Loss of Eph-receptor expression correlates with loss of cell adhesion and chondrogenic capacity in Hoxa13 mutant limbs. *Development*, 2001, no. 128(21), pp. 4177-

4188. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.128.21.4177

13. Bandyopadhyay A., et al. Genetic analysis of the roles of BMP2, BMP4, and BMP7 in limb patterning and skeletogenesis. *PLoS Genetics*, 2006, no. 2(12), pp. e216. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1371/journal.pgen.0020216

14. Barna M., Niswander L. Visualization of cartilage formation: insight into cellular properties of skeletal progenitors and chondrodysplasia syndromes. *Developmental Cell*, 2007, no. 12(6), pp. 931-941. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2007.04.016

15. Han Y., Lefebvre V. L-Sox5 and Sox6 drive expression of the aggrecan gene in cartilage by securing binding of Sox9 to a far-upstream enhancer. *Molecular and Cellular Biology*, 2008, no. 28(16), pp. 4999-5013. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1128/MCB.00695-08

16. Yoon B. S., et al. Bmpr1a and Bmpr1b have overlapping functions and are essential for chondrogenesis in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 2005, no. 102(14), pp. 5062-5067. (In English) – Text electronic. DOI:10.1073/pnas.0500031102

17. Retting K. N., Song B., Yoon B. S., Lyons K. M. BMP canonical Smad signaling through Smad1 and Smad5 is required for endochondral bone formation. *Development*, 2009, no. 136(7), pp. 1093-1104. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.029926

18. Gao Y., Chen N., Fu Z., Zhang Q. Progress of Wnt Signaling Pathway in Osteoporosis. *Biomolecules*, 2023, no. 13(3), pp. 483. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/biom13030483

19. Stott N. S., Jiang T. X., Chuong C. M. Successive formative stages of precartilaginous mesenchymal condensations in vitro: modulation of cell adhesion by Wnt-7A and BMP-2. *Journal of Cellular Physiology*, 1999, no. 180(3), pp. 314-324. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4652(199909)180:3<314::AID-JCP2>3.0.CO;2-Y

20. Keupp K., et al. Mutations in WNT1 cause different forms of bone fragility. *The American Journal of Human Genetics*, 2013, no. 92(4), pp. 565-574. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.ajhg.2013.02.010

21. Hill T. P., Später D., Taketo M. M., Birchmeier W., Hartmann C. Canonical Wnt/beta-catenin signaling prevents osteoblasts from differentiating into chondrocytes. *Developmental Cell*, 2005, no. 8(5), pp. 727-738. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2005.02.013

22. Dong Y., et al. RBPjkappa-dependent Notch signaling regulates mesenchymal progenitor cell proliferation and differentiation during skeletal development. *Development*, 2010, no. 137(9), pp. 1461-1471. (In English) – Text electronic. DOI:10.1242/dev.042911

23. Maes C. , et al. Osteoblast precursors, but not mature osteoblasts, move into developing and fractured bones along with invading blood vessels. *Developmental Cell*, 2010, no. 19(2), pp. 329-344. (In English) –

Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2010.07.010

24. Yang Y., Topol L., Lee H., Wu J. Wnt5a and Wnt5b exhibit distinct activities in coordinating chondrocyte proliferation and differentiation. *Development*, 2003, no. 130(5), pp. 1003-1015. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.00324

25. Joeng K. S., et al. Lrp5 and Lrp6 redundantly control skeletal development in the mouse embryo. *Developmental Biology*, 2011, no. 359(2), pp. 222-229. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.ydbio.2011.08.020

26. Sheng Z., et al. Genetic dissection of growth traits in a Chinese indigenous × commercial broiler chicken cross. *BMC Genomics*, 2013, no. 14, pp. 151. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1186/1471-2164-14-151

27. Zhang H. , et al. Haplotype-based genome-wide association studies for carcass and growth traits in chicken. *Poultry Science*, 2020, no. 99(5), pp. 2349-2361. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.psj.2020.01.009

28. Huang Q. Y., Li G. H., Kung A. W. Multiple osteoporosis susceptibility genes on chromosome 1p36 in Chinese. *Bone*, 2009, no. 44(5), pp. 984-988. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.bone.2009.01.368

29. Li H. Z., Wang W., Liu Y. L., He X. F. Association between the methylenetetrahydrofolate reductase c.677C>T polymorphism and bone mineral density: an updated meta-analysis. *Molecular Genetics and Genomics*, 2016, no. 291(1), pp. 169-180. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1007/s00438-015-1101-z

30. Chusho H., et al. Dwarfism and early death in mice lacking C-type natriuretic peptide. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 2001, no. 98(7), pp. 4016-4021. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1073/pnas.071389098

31. Thomsen B., et al. A missense mutation in the bovine SLC35A3 gene, encoding a UDP-N-acetylglucosamine transporter, causes complex vertebral malformation. *Genome Research*, 2006, no. 16(1), pp. 97-105. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1101/gr.3690506

32. Nielson C. M., et al. Novel Genetic Variants Associated With Increased Vertebral Volumetric BMD, Reduced Vertebral Fracture Risk, and Increased Expression of SLC1A3 and EPHB2. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2016, no. 31(12), pp. 2085-2097. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/jbmr.2913

33. Lien C.Y., et al. Detection of QTL for traits related to adaptation to sub-optimal climatic conditions in chickens. *Genetics Selection Evolution*, 2017, no. 49(1), pp. 39. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1186/s12711-017-0314-5

34. Emrani H., Masoudi A. A., Vaez Torshizi R., Ehsani A. Genome-wide association study of shank length and diameter at different developmental stages in chicken F2 resource population. *Animal Genetics*, 2020, no. 51(5), pp. 722-730. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1111/age.12981

35. Wang Y., et al. Genetic Dissection of Growth Traits in a Unique Chicken Advanced Intercross Line. *Frontiers in Genetics*, 2020, no. 11, pp. 894. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3389/fgene.2020.00894

36. Mesner L. D., et al. Mouse genome-wide association and systems genetics identifies Lhfp as a regulator of bone mass. *PLoS Genetics*, 2019, no. 15(5), pp. e1008123. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1371/journal.pgen.1008123

37. Gregson C. L., et al. A Rare Mutation in SMAD9 Associated With High Bone Mass Identifies the SMAD-Dependent BMP Signaling Pathway as a Potential Anabolic Target for Osteoporosis. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2020, no. 35(1), pp. 92-105. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/jbmr.3875

38. Panoutsopoulou K., et al. Radiographic endophenotyping in hip osteoarthritis improves the precision of genetic association analysis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 2017, no. 76(7), pp. 1199-1206. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1136/annrheumdis-2016-210373

39. Li C., et al. Periostin Mediates Oestrogen-Induced Osteogenic Differentiation of Bone Marrow Stromal Cells in Ovariectomised Rats. *BioMed Research International*, 2020, no. 2020, pp. 9405909. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1155/2020/9405909

40. Guo J., et al. Genetic architecture of bone quality variation in layer chickens revealed by a genome-wide association study. *Scientific Reports*, 2017, no. 7, pp. 45317. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1038/srep45317

41. Guo J., et al. Genome-wide association study provides insights into the genetic architecture of bone size and mass in chickens. *Genome*, 2020, no. 63(3), pp. 133-143. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1139/gen-2019-0022

42. Cao H., et al. Expression Analysis of the PITX2 Gene and Associations between Its Polymorphisms and Body Size and Carcass Traits in Chickens. *Animals (Basel)*, 2019, no. 9(12), pp. 1001. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/ani9121001

## References:

1. Kozerod Yu. M., Vorob`eva N. V. Current state of poultry farming in Russia: problems and solutions. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve* [Economy, Labor, Management in Agriculture], 2021, no. 5 (74), pp. 114-121. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.33938/215-114

2. Li Y. D., et al. A combination of genome-wide association study and selection signature analysis dissects the genetic architecture underlying bone traits in chickens. *Animal*, 2021, no. 15(8), pp. 100322. (In English) – Text electronic. DOI:10.1016/j.animal.2021.100322
3. Tsudzuki M., et al. Identification of quantitative trait loci affecting shank length, body weight and carcass weight from the Japanese cockfighting chicken breed, Oh-Shamo (Japanese Large Game). *Cytogenetic and Genomic Research*, 2007, no. 117(1-4), pp. 288-295. (In English) – Text electronic. DOI:10.1159/000103190
4. Gao Y., et al. Identification of quantitative trait loci for shank length and growth at different development stages in chicken. *Animal Genetics*, 2010, no. 41(1), pp. 101-104. (In English) – Text electronic. DOI:10.1111/j.1365-2052.2009.01962.x
5. Azovtseva A. I., Dement`eva N. V. Factors influencing the strength of the skeleton of chickens . *Genetics and Animal Breeding*, 2023, no. 3, pp. 74-85. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.31043/2410-2733-2023-3-74-85
6. Dale M. D., et al. Bone-remodeling transcript levels are independent of perching in end-of-lay white leghorn chickens. *International Journal of Molecular Sciences*, 2015, no. 16(2), pp. 2663-2677. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/ijms16022663
7. Davey M. G., Tickle C. The chicken as a model for embryonic development. *Cytogenetic and Genome Research*, 2007, no. 117(1-4), pp. 231-239. (In English) – Text electronic. DOI:10.1159/000103184
8. Herrera-Castillo C. M., et al. Skeletal variation in bird domestication: limb proportions and sternum in chicken, with comparisons to mallard ducks and Muscovy ducks. *PeerJ.*, 2022, no. 10, pp. e13229. (In English) – Text electronic. DOI: 10.7717/peerj.13229
9. Zhang H., et al. Fine-mapping of quantitative trait loci for body weight and bone traits and positional cloning of the RB1 gene in chicken. *Journal of Animal Breeding in Genetics*, 2011, no. 128(5), pp. 366-375. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2011.00927.x
10. Long F., Ornitz D. M. Development of the endochondral skeleton. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2013, no. 5(1), pp. a008334. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1101/cshperspect.a008334
11. González-Cerón F., Rekaya R., Aggrey S. E. Genetic relationship between leg problems and bone quality traits in a random mating broiler population. *Poultry Science*, 2015, no. 94(8), pp. 1787-1790. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3382/ps/pev159
12. Stadler H.S., Higgins K. M., Capecchi M. R. Loss of Eph-receptor expression correlates with loss of cell adhesion and chondrogenic capacity in Hoxa13 mutant limbs . *Development*, 2001, no. 128(21), pp. 4177-

4188. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.128.21.4177
13. Bandyopadhyay A., et al. Genetic analysis of the roles of BMP2, BMP4, and BMP7 in limb patterning and skeletogenesis. *PLoS Genetics*, 2006, no. 2(12), pp. e216. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1371/journal.pgen.0020216
14. Barna M., Niswander L. Visualization of cartilage formation: insight into cellular properties of skeletal progenitors and chondrodysplasia syndromes. *Developmental Cell*, 2007, no. 12(6), pp. 931-941. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2007.04.016
15. Han Y., Lefebvre V. L-Sox5 and Sox6 drive expression of the aggrecan gene in cartilage by securing binding of Sox9 to a far-upstream enhancer. *Molecular and Cellular Biology*, 2008, no. 28(16), pp. 4999-5013. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1128/MCB.00695-08
16. Yoon B. S., et al. Bmpr1a and Bmpr1b have overlapping functions and are essential for chondrogenesis in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 2005, no. 102(14), pp. 5062-5067. (In English) – Text electronic. DOI:10.1073/pnas.0500031102
17. Retting K. N., Song B., Yoon B. S., Lyons K. M. BMP canonical Smad signaling through Smad1 and Smad5 is required for endochondral bone formation. *Development*, 2009, no. 136(7), pp. 1093-1104. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.029926
18. Gao Y., Chen N., Fu Z., Zhang Q. Progress of Wnt Signaling Pathway in Osteoporosis. *Biomolecules*, 2023, no. 13(3), pp. 483. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/biom13030483
19. Stott N. S., Jiang T. X., Chuong C. M. Successive formative stages of precartilaginous mesenchymal condensations in vitro: modulation of cell adhesion by Wnt-7A and BMP-2. *Journal of Cellular Physiology*, 1999, no. 180(3), pp. 314-324. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4652(199909)180:3<314::AID-JCP2>3.0.CO;2-Y
20. Keupp K., et al. Mutations in WNT1 cause different forms of bone fragility. *The American Journal of Human Genetics*, 2013, no. 92(4), pp. 565-574. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.ajhg.2013.02.010
21. Hill T. P., Später D., Taketo M. M., Birchmeier W., Hartmann C. Canonical Wnt/beta-catenin signaling prevents osteoblasts from differentiating into chondrocytes. *Developmental Cell*, 2005, no. 8(5), pp. 727-738. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2005.02.013
22. Dong Y., et al. RBPjkappa-dependent Notch signaling regulates mesenchymal progenitor cell proliferation and differentiation during skeletal development. *Development*, 2010, no. 137(9), pp. 1461-1471. (In English) – Text electronic. DOI:10.1242/dev.042911
23. Maes C. , et al. Osteoblast precursors, but not mature osteoblasts, move into developing and fractured bones along with invading blood vessels. *Developmental Cell*, 2010, no. 19(2), pp. 329-344. (In English) –

Text electronic. DOI: 10.1016/j.devcel.2010.07.010

24. Yang Y., Topol L., Lee H., Wu J. Wnt5a and Wnt5b exhibit distinct activities in coordinating chondrocyte proliferation and differentiation. *Development*, 2003, no. 130(5), pp. 1003-1015. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1242/dev.00324

25. Joeng K. S., et al. Lrp5 and Lrp6 redundantly control skeletal development in the mouse embryo. *Developmental Biology*, 2011, no. 359(2), pp. 222-229. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.ydbio.2011.08.020

26. Sheng Z., et al. Genetic dissection of growth traits in a Chinese indigenous × commercial broiler chicken cross. *BMC Genomics*, 2013, no. 14, pp. 151. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1186/1471-2164-14-151

27. Zhang H. , et al. Haplotype-based genome-wide association studies for carcass and growth traits in chicken. *Poultry Science*, 2020, no. 99(5), pp. 2349-2361. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.psj.2020.01.009

28. Huang Q. Y., Li G. H., Kung A. W. Multiple osteoporosis susceptibility genes on chromosome 1p36 in Chinese. *Bone*, 2009, no. 44(5), pp. 984-988. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1016/j.bone.2009.01.368

29. Li H. Z., Wang W., Liu Y. L., He X. F. Association between the methylenetetrahydrofolate reductase c.677C>T polymorphism and bone mineral density: an updated meta-analysis. *Molecular Genetics and Genomics*, 2016, no. 291(1), pp. 169-180. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1007/s00438-015-1101-z

30. Chusho H., et al. Dwarfism and early death in mice lacking C-type natriuretic peptide. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 2001, no. 98(7), pp. 4016-4021. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1073/pnas.071389098

31. Thomsen B., et al. A missense mutation in the bovine SLC35A3 gene, encoding a UDP-N-acetylglucosamine transporter, causes complex vertebral malformation. *Genome Research*, 2006, no. 16(1), pp. 97-105. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1101/gr.3690506

32. Nielson C. M., et al. Novel Genetic Variants Associated With Increased Vertebral Volumetric BMD, Reduced Vertebral Fracture Risk, and Increased Expression of SLC1A3 and EPHB2. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2016, no. 31(12), pp. 2085-2097. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/jbmr.2913

33. Lien C.Y., et al. Detection of QTL for traits related to adaptation to sub-optimal climatic conditions in chickens. *Genetics Selection Evolution*, 2017, no. 49(1), pp. 39. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1186/s12711-017-0314-5

34. Emrani H., Masoudi A. A., Vaez Torshizi R., Ehsani A. Genome-wide association study of shank length and diameter at different developmental stages in chicken F2 resource population. *Animal Genetics*, 2020, no. 51(5), pp. 722-730. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1111/age.12981
35. Wang Y., et al. Genetic Dissection of Growth Traits in a Unique Chicken Advanced Intercross Line. *Frontiers in Genetics*, 2020, no. 11, pp. 894. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3389/fgene.2020.00894
36. Mesner L. D., et al. Mouse genome-wide association and systems genetics identifies Lhfp as a regulator of bone mass. *PLoS Genetics*, 2019, no. 15(5), pp. e1008123. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1371/journal.pgen.1008123
37. Gregson C. L., et al. A Rare Mutation in SMAD9 Associated With High Bone Mass Identifies the SMAD-Dependent BMP Signaling Pathway as a Potential Anabolic Target for Osteoporosis. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2020, no. 35(1), pp. 92-105. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1002/jbmr.3875
38. Panoutsopoulou K., et al. Radiographic endophenotyping in hip osteoarthritis improves the precision of genetic association analysis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 2017, no. 76(7), pp. 1199-1206. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1136/annrheumdis-2016-210373
39. Li C., et al. Periostin Mediates Oestrogen-Induced Osteogenic Differentiation of Bone Marrow Stromal Cells in Ovariectomised Rats. *BioMed Research International*, 2020, no. 2020, pp. 9405909. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1155/2020/9405909
40. Guo J., et al. Genetic architecture of bone quality variation in layer chickens revealed by a genome-wide association study. *Scientific Reports*, 2017, no. 7, pp. 45317. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1038/srep45317
41. Guo J., et al. Genome-wide association study provides insights into the genetic architecture of bone size and mass in chickens. *Genome*, 2020, no. 63(3), pp. 133-143. (In English) – Text electronic. DOI: 10.1139/gen-2019-0022
42. Cao H., et al. Expression Analysis of the PITX2 Gene and Associations between Its Polymorphisms and Body Size and Carcass Traits in Chickens. *Animals (Basel)*, 2019, no. 9(12), pp. 1001. (In English) – Text electronic. DOI: 10.3390/ani9121001

## Molecular genetic basis of chicken skeleton development

Azovtseva Anastasiya Ivanovna, a junior researcher, a post-graduate student

e-mail: ase4ica15@mail.ru

The All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding the Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center for Animal Husbandry – VIZh named after academician L. K. Ernst

Ryabova Anna Evgen`evna, a junior researcher, a post-graduate student

e-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

The All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding the Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center for Animal Husbandry – VIZh named after academician L. K. Ernst

Dement`eva Nataliya Viktorovna, a leading researcher, Candidate of Sciences (Biology)

e-mail: dementevan@mail.ru

The All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding the Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center for Animal Husbandry – VIZh named after academician L. K. Ernst

**Keywords:** skeleton, limbs, SNP, gene, DNA marker, bone, QTL.

**Abstract.** Poultry farming is an important branch of the Russian agro-industrial complex, as it provides the population with valuable protein of animal origin. Nevertheless, there is an acute dependence on the use of foreign genetic material, which creates additional risks for the national food security. The solution to this problem may be the introduction of local breeds into industrial poultry farming, but for this purpose it is necessary to effectively utilize the available genetic resources. The latter is unattainable without the availability of data on genetic determinism of economically useful traits and molecular interactions that ensure their optimal manifestation. Skeleton characteristics, in particular bone size and its proportions, are of particular importance for meat production, as they affect both health and productivity. Therefore, the aim of this study was to investigate and systematize the accumulated data on the mechanisms determining the skeleton development as well as to discuss the possibility of their implementation in breeding programs for the development of national poultry production.

## Оценка соответствия качества сена из основных видов трав, заготовленного в хозяйствах Вологодской области

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ключевые слова:** сено, химический состав, оценка, ГОСТ, качество, ADF, NDF.

**Аннотация.** В большинстве областей нашей страны невозможно обеспечить животных свежей травой в течение всего года. Для поддержания их здоровья, нормального роста и развития применяют сено. Развитие животноводческой отрасли тесно связано с наличием достаточного количества кормов для крупного рогатого скота. По этой причине корм должен иметь превосходное качество и содержать много питательных веществ. В 1 кг сена высокого качества должно содержаться 6,5–7,5 МДж обменной энергии, кормовых единиц 0,4–0,5, протеина 60–

70г, каротина 40–50 мг. Представлены данные качественных показателей заготовленного сена за 2021–2023 гг., полученные в лаборатории аналитических исследований на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» Вологодского научного центра РАН. По результатам анализов обеспеченность протеином сена из многолетних злаковых и бобово-злаковых трав далека от нормы, оно является неклассным. Лучшим по этому показателю оказалось сено естественных угодий, которое соответствует стандарту II класса, доля которого составила 10,39%. Содержание клетчатки в сене колебалось от 29,07 до 30,79 %, что соответствовало стандартным нормам II и III класса качества. Исследование энергетической ценности сена показали, что сено из сеяных бобово-злаковых и трав естественных угодий относится к I, а злаковое – ко II классу качества по нормативным критериям. При оценке дополнительных показателей химического состава корма, которые включены в ГОСТ Р 55452-2021, было выявлено, что в сене из многолетних злаковых трав концентрация ADF и NDF составила 37,24 и 64,84%, что равноценно стандарту II класса, в сене из бобово-злаковых трав соотношение этих показателей составило 38,77 и 67,25 % (II и н/кл), а в сене из трав естественных угодий концентрация этих показателей вошла в нормативные критерии и принадлежит к I классу. При подведении итогов качества сена учтены все стандартные показатели, и в результате было установлено, что сену из трав естественных угодий и многолетних злаковых трав был присвоен II и III класс по нормативным стандартам, а сену из бобово-злакового травостоя присвоен неклассный уровень качества.

## **Введение**

Преуспевание сектора животноводства и улучшение продуктивности молочного и мясного скота в зимний период напрямую связано с ростом производства качественных кормов с высоким содержанием волокон, прежде всего сена. Это является одной из ключевых целей лугового сельхозпроизводства [1, 2, 3].

Для достижения высокой молочной продуктивности при использовании низкокачественных кормов необходимо добавлять специальные кормовые добавки в рацион, помимо большого количества концентратов, что приводит к дополнительным затратам. Улучшение качества грубых кормов приводит к снижению стоимости рациона для коров, так как они поедают больше корма. В то же время, процент объемистых кормов в рационе повышается, что позволяет коровам более полно использовать свои преимущества как жвачных животных [4].

Развитие животноводческой отрасли тесно связано с наличием достаточного количества кормов для крупного рогатого скота. По этой причине корм должен иметь превосходное качество и содержать много питательных веществ. Известно, что вид кормового сырья имеет существенное воздействие на его пригодность к потреблению, способность переваривать и усваивать. При производстве грубых кормов, прежде всего сена, важно акцентировать повышенное внимание стадии роста растений в момент скашивания трав. Важно учитывать, что при заготовке сена злаковые травы лучше срезать, когда они находятся в стадии цветения, а бобовые – в стадии появления бутонов. В данное время эти виды растений обладают большим количеством питательных веществ [5].

В большинстве случаев на нашей территории скашивание травостоя происходит после сбора многолетних трав на полях во время цветения растений или даже в период созревания семян [6].

В нашем регионе по факту получения сена выделяются такие его виды.

*Собранное на природных лугах.* Этот вид сена является более питательным и разнообразным в своем ботаническом составе и подразделяется на:

1) *луговое* – оно богато разнообразными злаками и бобовыми, если оно заготовлено на плодородном лугу. Если же собирать на выродившихся угодьях, то в составе будет только разнотравье и качество такого сена будет низким. В составе есть клевер, мятлик, овсяница, щучка;

2) *полевое* – собирается на необработанных и запущенных землях, включает в себя различные травы. Злаков и бобовых в нем менее 50%. Присутствуют пырей, овсяница, мятлик, овсюг, тимофеевка.

*Специальных посевов.* Это культуры, которые убираются с посевных площадей в соответствии с установленными правилами и сроками, где они были выращены человеком. Посевное сено может быть более однородным в зависимости от вида выращиваемых растений и делится на:

1) *злаковое*, которое включает в себя тимофеевку, кострец, суданскую траву и житняк;

2) *бобовое* – состоит из клевера, люцерны;

3) *смешанное* – содержит в себе несколько видов предыдущего в различных соотношениях. Смешанное сено более выгодно, так как содержит больше разнообразных трав, легче усваивается и богаче витаминами.

Крупный рогатый скот предпочтительнее кормить сеном из посевов бобовых, злаков и смешанных травосмесей. В первом варианте бобовые

культуры представляют по меньшей мере 60% от общего количества, во втором – около 20%, а в третьем – от 20% до 60% [7,8].

Целесообразно отметить, что высококачественное сено содержит все необходимые для здоровья ЖКТ животных питательные, минеральные и биологически активные вещества. Применение такого сена дает возможность значительно уменьшить количество концентрированных кормов в рационах животных [9].

Качество сена существенно влияет на его питательную ценность. В одном килограмме доброкачественного сена должно быть 6,5–7,5 мегаджоулей обменной энергии, 0,4–0,5 кормовых единиц, 60–70 г белка и 40–50 мг каротина. От 60 до 65% органического вещества сена переваривается жвачными животными. Самые низкокачественные виды сена по содержанию энергии почти не отличаются от яровой соломы, в то время как самые лучшие могут соперничать с концентрированными кормами. Белок сена имеет высокую биологическую ценность, так как включает в себя определенный спектр аминокислот, приближенный к содержанию их в кормовых добавках животного происхождения [10].

От объема и развития листьев зависит как состав корма, так и его питательная ценность. Чем позднее собирается сено из злаковых трав, тем меньше органических веществ и больше клетчатки в его листьях. Листовая структура сена из бобового травостоя изменяется несущественно. Однако, побеги бобовых, которые убирались в более позднее время, мощнее и грубее побегов молодых растений.

Качество кормовой базы имеет большое значение для успешного животноводства и является важным фактором в производстве корма на современном уровне, помимо его количества. Благодаря хорошему качеству сена животные могут удовлетворить свою потребность в общем количестве питательных веществ (кормовых единицах) на 40–50%, в перевариваемом белке – на 35–45%, более чем на половину – в минеральных веществах и полностью – в каротине. Из-за этого, необходимо уделять большое внимание вопросам заготовки сена хорошего качества, которое заготавливается в хозяйстве [11].

В последние годы в российском профессиональном сообществе широко разворачивается здоровая дискуссия о необходимости обеспечения всей массы сельскохозяйственных животных здоровыми и качественными кормами. И исследовательский мир, и представители руководящего звена, и те, кто применяет новшества на практике, говорят о том, что внедрение инновационных подходов кормления животных на всех уровнях является критически важным фактором для сохранения продуктивного поголовья скота.

### **Цель и задачи исследований**

Поэтому цель нашей работы заключалась в изучении соответствия

качества сена из основных видов трав, заготовленного в хозяйствах Вологодской области в соответствии с ГОСТ.

Для выполнения данной цели решались следующие задачи:

- изучить основные производственные операции при технологии заготовки сена в хозяйствах;
- оценка качества сена по сырому протеину, сырой клетчатке, обменной энергии;
- оценка качества сена в соответствии с такими показателями качества, как нейтрально-детергентная клетчатка и кислотнo-детергентная клетчатка.

### **Материалы и методика исследований**

В основе общей концепции и основных методов исследований лежат цели и задачи данной работы. Она заключается в системе оценки кормов, которая учитывает содержание дополнительных показателей качества в них.

Объектом исследований послужило сено, заготовленное из различного растительного сырья в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области.

В лаборатории анализа кормов на оборудовании ЦКП «Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий» ФГБУН ВолНЦ РАН в рамках государственного задания № FMGZ -2022-0003 были проведены аналитические исследования по определению химического состава и показателей качества корма.

Для этого необходимо правильно подобрать способы оценивания. Один из ключевых факторов оценки – правильный выбор средней выборки.

Взять пробу сена гораздо труднее, чем другие виды корма. Вручную отбирали пробу не позднее, чем через 30 дней после того, как сено было положено на хранение.

Внешний вид и окрас сена, выбранного из внутренних слоев рулонов, определялись при естественном дневном свете.

Флористический профиль определяли путем взвешивания сена и разделения на следующие группы: бобовые, злаковые, ядовитые и вредные растения.

По органолептическим показателям и показателям безопасности сено должно соответствовать нормативным требованиям (таблица 1).

Таблица 1 – Органолептические показатели сена (ГОСТ Р 55452-2021)

Вид сена	Характеристика органолептических показателей для сена		
	Внешний вид	Запах	Окраска
Сеяные бобово-злаковые травы	Без признаков прелости, отсутствие заплесневелых пластов	Без признаков затхлого, плесневого, гнилостного и других посторонних запахов	От зеленого и зеленовато-желтого до светло-бурого
Сеяные злаковые травы			От зеленого до желто-зеленого или зелено-бурого
Травы естественных кормовых угодий			От зеленого до желто-зеленого или зелено-бурого

В сене из трав естественных кормовых угодий присутствие вредных и ядовитых растений допускается не более 1%, в остальных же видах сена содержание их запрещено. Также не допускается наличие посторонних примесей.

Для определения состава кормов были применены общепринятые методы химического анализа, включающие в себя использование стандартов ГОСТ и современного лабораторного оборудования: ИК-анализатор кормов SpectroStar 2200; спектрофотометр Unicо; сушильные шкафы (Binder – Германия); сырую клетчатку (ГОСТ 31675-2012), а НДК (ГОСТ ISO 16472-2014), КДК (ГОСТ ISO 13906-2013) определяли на установке для автоматического анализа F 22, Sonnen, Китай; белок методом Къельдаля (ГОСТ 13496.4-2019) анализировали на установке для автоматического анализа белка K1160, Nanon, Китай.

Использование специализированного оборудования в химической лаборатории обеспечивает проведение точного и надежного анализа кормов, что имеет первостепенную значимость для здоровья и производительности животных [12].

Обработаны исходные материалы, полученные в аналитической лаборатории о качестве сена, заготовленного за период с 2021 по 2023 г. из 61 хозяйства Вологодской области. За исследуемый период было отобрано и проанализировано 105 образцов сена.

Образцы кормов были подготовлены и обработаны в соответствии с установленными протоколами.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

В большинстве областей нашей страны невозможно обеспечить животных свежей травой в течение всего года. Для поддержания их здоровья, нормального роста и развития применяют сено [13].

Чем ценно сено:

- покрывает половину потребности животного в общем количестве питания, остальное приходится на другие виды корма;
- предоставляет до 40% от рекомендуемого количества потребляемого белка и до 100% каротина;
- обеспечивает приблизительно половину необходимых для нормального развития минеральных веществ;
- представляет собой источник пищевых волокон, витаминов и других питательных веществ [14].

Безусловно, при оценке качества сена необходимо принимать во внимание методы его производства и сбора.

Поэтому одной из задач, поставленной перед нами, было изучение основных производственных операций при технологии заготовки сена в хозяйствах области (таблица 2). В большинстве хозяйств используется заготовка сена в рулонах.

Таблица 2 – Последовательность выполнения основных производственных операций технологии заготовки прессованного в рулоны сена.

<b>Технологический процесс</b>	<b>Трактор</b>	<b>Кормозаготовительные машины и оборудование</b>	
Скашивание травостоя	John Deere 7	Комбинированный триплекс-комплекс Krone Easy Cut F 320 CV Easy Cut B 870 CV	
Подвяливание зелёной массы			
Ворошение зелёной массы	MTЗ-82	Krone KW103-33(вспушиватель)	
Подвяливание зелёной массы до влажности 14%			
Сгребание в валок	MTЗ-82	ГВР-630	

Прессование в рулоны	MT3-82	Krone Round Pack 1200 Multi Cup	
Транспортировка рулонов сена на склад хранения	MT3-82	TRB-10L	

Оценка качества заготовленного сена производилась в ряд этапов:

- визуальная инспекция и ощупывание. Высококачественное сено имеет светло-зелёный цвет, приятный, не прелый запах и содержит минимальное количество засоряющих веществ, таких как сорняки и стебли;

- влажность сена – критический параметр, который не должен превышать 15–20%;

- лабораторный анализ, позволяющий определить питательную ценность и качество. Этот подход позволяет точно определить пригодность сена для корма животным, особенно для тех, у которых есть специальные требования к рациону.

Оценку качества сена начали прямо на ферме, осматривая его на складах. При хозяйственной оценке сена обращали внимание на его однородность, ботанический состав, влажность, цвет, запах. Все отобранные образцы проб сена соответствовали стандарту качества по органолептическим показателям. Лишь в некоторых пробах сена присутствовали признаки плесени и гниlostный запах. Эти пробы сразу выбраковывались.

Органолептические показатели обуславливают поедаемость корма животными: именно запах и вкус влияют на то, как корм опознается животными, и съедается.

Качественным можно назвать такой корм, который будет соответствовать нормативам по показателям безопасности. Важно, чтобы он не наносил вред здоровью животных [15].

Качество кормов – это совокупность их разнообразных характеристик, удовлетворяющих потребность скота в полезных веществах, энергии и вкусовых свойствах.

До сегодняшнего дня качество сена оценивалось в соответствии с ГОСТ Р 55452 «Сено и сенаж. Технические условия», который был создан в 2013 году. В течение этого периода произошли существенные

изменения, появилась необходимость улучшить качество сена в соответствии с требованиями современного сельского хозяйства.

Уделяя большое внимание значению нормативных стандартов в повышении качества кормов, ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса разработал новый отраслевой стандарт на замену ГОСТ Р 55452-2013, который устанавливает требования к качеству сена – ГОСТ Р 55452-2021 «Сено и сенаж. Общие технические условия». В новом стандарте произошли значительные изменения как по форме, так и по содержанию.

Сено в зависимости от физико-химических показателей подразделяют на три класса качества, которое должно соответствовать требованиям качества, указанным в рисунке 1.

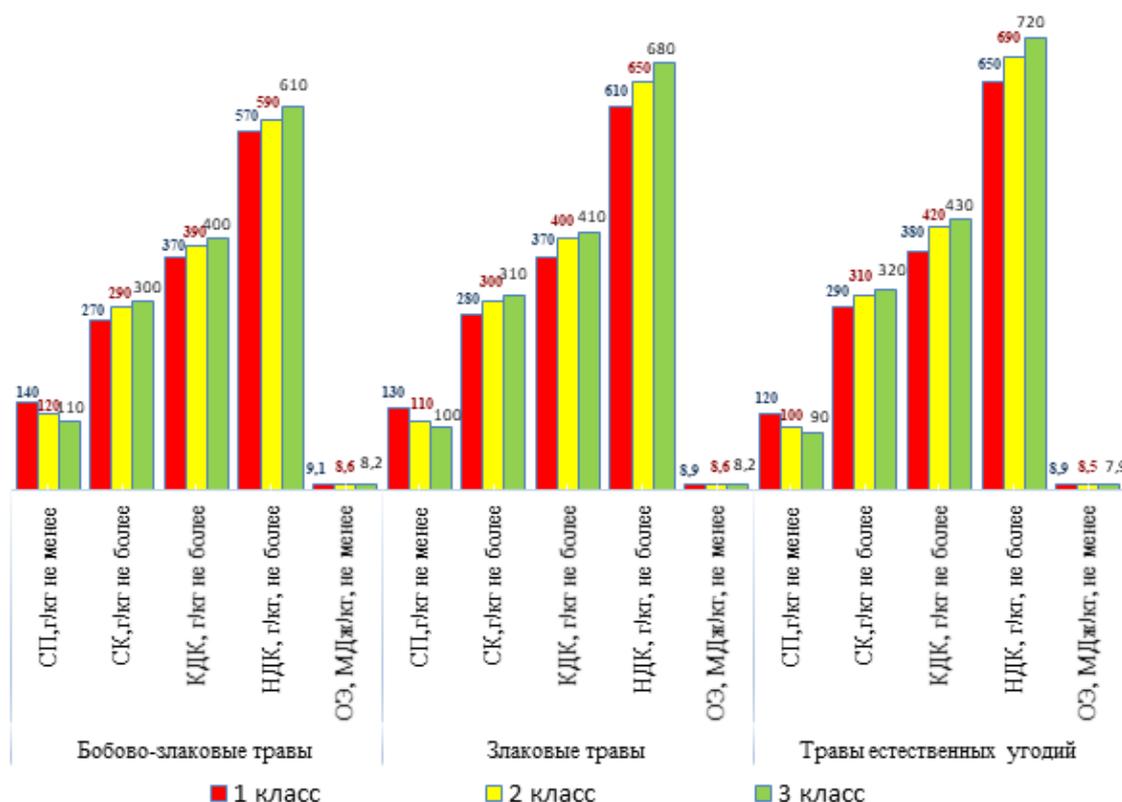


Рисунок 1 – Нормативы оценки качества сена (ГОСТ Р 55452-2021)

Во всех видах сена содержание абсолютно сухого вещества (АСВ) должно быть не менее 83% (влаги – не более 17%).

В отчете о качестве сена за изучаемый период указаны данные о содержании веществ в абсолютно сухом веществе в соответствии с требованиями ГОСТ; также представлена информация о содержании обменной энергии (ОЭ), сырого протеина (СП), сырой клетчатки (СК), сахара и кормовых единиц (К.ед) (таблица 3).

Таблица 3 – Основные показатели химического состава сена, заготовленного в период 2021–2023 гг.

Сено	АСВ, г/кг	ОЭ, МДж/кг	Класс качества	К.ед, кг	СП, %	Класс качества	Сахар, %	СК, %	Класс качества
Многолетних злаковых трав	861,57	8,74	II	0,62	9,41	н/к	12,81	30,79	III
Многолетних бобово-злаковых трав	851,48	9,10	I	0,67	10,89	н/к	15,82	29,07	III
Естественных угодий	821,65	9,04	I	0,66	10,39	II	10,17	29,51	II

К важнейшим составляющим сена относятся сырые белки, сырая клетчатка и сахар. У молочных коров суточная потребность в сыром белке, к которому относятся такие белковые составляющие, как аминокислоты, протеины и протеиды, составляет примерно 90 г. Сырая клетчатка также относится к питательным веществам, которые важны для микрофлоры рубца и способствуют пищеварению. Сахар, доля которого в сене составляет свыше 13%, относится к углеводам с короткими цепочками и быстрым расщеплением [16].

При сравнении показателей химического состава сена, заготовленного в условиях Вологодской области, с требованиями ГОСТ Р 55452-2021 необходимо отметить, что корм, приготовленный из трав естественных угодий, по концентрации сырого протеина соответствует стандарту II класса, доля которого составила 10,39%. По результатам анализов обеспеченность протеином сена из многолетних злаковых и многолетних бобово-злаковых трав далека от нормы и является неклассным. При норме от 10 до 13% содержание протеина в злаковом сене составило 9,41%, в бобово-злаковом сене – 10,89 % при норме 11–14%.

Известно, что продуктивность корма зависит не только от содержания белка, но и от обеспеченности энергетическими питательными веществами.

В ходе изучения питательной ценности сена было определено, что содержание сухого вещества составляет от 821,65 до 861,57 г/кг, обменная энергия – от 8,74 до 9,10 МДж/кг и кормовые единицы – от 0,62 до 0,67 кг.

Исследование энергетической ценности сена показали, что сено из сеяных бобово-злаковых и трав естественных угодий относится к I,

а злаковое – ко II классу качества по нормативным критериям.

Наилучшим по содержанию сахара, по нашим данным, в период исследования было сеяное сено из многолетних бобово-злаковых трав с показателем 15,82%. Немного уступает по этому показателю корм из злакового травостоя – 12,81% и естественных угодий – 10,17%.

Количество сырой клетчатки в сене разного видового состава по нормам должно быть от 27 до 32%. Содержание клетчатки в сене колебалось от 29,07 до 30,79%, что соответствовало стандартным нормам II и III класса качества.

В различных научных центрах России используется ускоренная версия метода Геннеберга и Штомана для определения содержания сырой клетчатки по ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации». При этом определяется необеззоленная «грязная» фракция, что приводит к уменьшению питательной ценности корма, его качества и нарушению баланса рационов для животных. Такие показатели, как нейтрально-детергентная клетчатка (НДК или NDF) и кислотнo-детергентная клетчатка (КДК или ADF), пришли на смену системе оценки питательности кормов по сырой клетчатке, которая используется до сих пор, но гораздо реже применяется при оценке рационов жвачных животных.

В соответствии с современными методами кормления и с изменением требований к кормам появляются новые знания о их влиянии на здоровье животных. Поэтому эти показатели позволяют более точно оценивать качество сена, что способствует производству более питательных и безопасных кормов для животных.

В ГОСТе на сено с 2021 года введены такие показатели для оценки классности корма, как NDF и ADF. В связи с этим мы провели эксперименты, чтобы определить количественное содержание фракционного состава клетчатки в анализируемом виде корма и определить итоговый класс качества с учетом всех показателей, полученных в результате (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание нормативных показателей (ADF, NDF) и итоговый класс качества сена в период 2021–2023 гг.

Сено	ADF, %	Класс качества	NDF, %	Класс качества	Итоговый класс качества, с учетом всех показателей
Многолетних злаковых трав	37,24	II	64,84	II	III
Многолетних бобово-злаковых трав	38,77	II	67,25	н/к	н/к
Естественных угодий	34,74	I	61,77	I	II

Значения ADF значимы, так как отражают способность животного переваривать корм, а NDF важны при составлении рациона, поскольку они отражают количество корма, которое животное может потреблять (потребление). Хорошая поедаемость корма – первый признак его качества.

Высокое качество волокнистых кормов является необходимым для достижения высоких уровней потребления сухого вещества и производства молока. Оно измеряется величиной, полученной от отношения КДК к НДК, выраженной в %. Чем меньше эта величина, тем лучше качество.

При сравнении дополнительных показателей химического состава корма с требованиями ГОСТ Р 55452-2021 было выявлено, что в сене из многолетних злаковых трав концентрация ADF и NDF составила 37,24 и 64,84%, что равноценно стандарту II класса, из бобово-злаковых трав соотношение этих показателей составило 38,77 и 67,25% (II и неклассный), а в сене из трав естественных угодий концентрация этих показателей вошла в нормативные критерии и принадлежит к I классу.

При выставлении итогового класса качества учитывались все нормативные показатели стандарта качества. Сену из трав естественных угодий и многолетних злаковых трав было присвоен II и III класс по нормативным стандартам, а сену из бобово-злакового травостоя присвоен неклассный уровень качества.

Как видно из данных наших исследований, за период исследования качество заготовленного сена из различного видового состава трав находилось на достаточно невысоком уровне.

Сено, которое готовят в хозяйствах Вологодской области, не удовлетворяет потребности животных в питательных веществах из-за увеличения их молочной продуктивности. Из этого следует, что необходимо изменить задачи в области производства кормов, чтобы

получить корма с более высоким содержанием обменной энергии и сырого протеина, а также учета таких показателей, как КДК и НДК.

### **Заключение**

1. По результатам анализов обеспеченность протеином сена из многолетних злаковых и бобово-злаковых трав далека от нормы, оно является неклассным. Лучшим по этому показателю оказалось сено естественных угодий, которое соответствует стандарту II класса, доля которого составила 10,39%.

2. Содержание клетчатки в сене колебалось от 29,07 до 30,79%, что соответствовало стандартным нормам II и III класса качества.

3. Исследование энергетической ценности сена показали, что сено из сеяных бобово-злаковых трав и трав естественных угодий относится к I, а злаковое – ко II классу качества по нормативным критериям.

4. При оценке дополнительных показателей химического состава корма, которые включены в ГОСТ Р 55452-2021, было выявлено, что в сене из многолетних злаковых трав концентрация ADF и NDF составила 37,24 и 64,84%, что равноценно стандарту II класса, из бобово-злаковых трав соотношение этих показателей составило 38,77 и 67,25 % (II и н/кл), а в сене из трав естественных угодий концентрация этих показателей вошла в нормативные критерии, оно принадлежит к I классу.

5. При подведении итогов качества сена учтены все стандартные показатели, и в результате было установлено, что сену из трав естественных угодий и многолетних злаковых трав был присвоен II и III класс по нормативным стандартам, а сену из бобово-злакового травостоя присвоен неклассный уровень качества.

Сено различается по качеству больше, чем любой другой заготовленный корм; поэтому понимание факторов, влияющих на это изменение, важно для проведения квалифицированных оценок.

Понимание этих аспектов позволит лучше оценить качество сена, которое будет использовано для кормления животных.

Высокое качество кормов ведет к увеличению продуктивности животных при одновременном снижении доли концентрированных кормов в рационе.

Таким образом, новые показатели качества сена направлены на повышение общих стандартов качества продукции, соответствие современным требованиям и улучшение условий для производителей и потребителей. А контроль над качеством сена и потребностями животных в питательных веществах приводит к значительной экономии кормов.

### **Литература:**

1. Кутузова, А.А. Приоритетные направления развития

лугопастбищного кормопроизводства / А.А. Кутузова, К.Н. Привалова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 56–58.

2. Справочник по кормопроизводству / под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. 5-е изд. перераб. и доп. – М: Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.

3. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах / А.А. Кутузова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 2. – С. 40–43.

4. Никитина, М.М. Качество и питательная ценность кормов в хозяйствах Республики Хакасия / М.М. Никитина, Л.Г. Виль, А.А. Шулбаева // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы IV Международной научно-практической конференции, Красноярск, 14–15 мая 2020 года. – Красноярск: Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2020. – С. 59–63.

5. Кузнецов, Н.Н. Технология заготовки высококачественного сена в условиях повышенного увлажнения / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. трудов. – 2008. – Вып. 80. – С. 106–111.

6. Жезмер, Н.В. Качество сырьевой массы ранних и среднеспелых злаковых травостоев для производства сена / Н.В. Жезмер // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: материалы Международной конференции, посвященной 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Лобня, 13 сентября 2022 года – 31 марта 2023 года. Вып. 30 (78). – М.: Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2023. – С. 58–65.

7. Богатырева, Е.В. Содержание основных элементов питательности и минерального состава в зависимости от видового набора укосных трав в условиях Вологодской области / Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко // Сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 1(16). – С. 12–24.

8. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, П.Н. Прохоренко, З.Л. Федорова, Е.А. Корочкина. – М.: РАН, 2018. – 260 с.

9. Как заготовить сено высокого качества при неблагоприятных погодных условиях / Г.А. Симонов, В.К. Углин, В.Е. Никифоров [и др.] // АгроФорум. – 2020. – № 6. – С. 76–77.

10. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур. – Минск: Государственное учреждение «Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И.С. Лупиновича» Национальной академии наук Беларуси, 2011. – 53 с.

11. Фоменко, П.А. Питательная ценность исходного сырья как основа доброкачественного корма / П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. – № 1.

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

13. Пшеничникова, Е.Н. Качество сена – залог успешного ведения животноводства / Е.Н. Пшеничникова, Е.А. Кроневальд // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 143–146.

14. Кормопроизводство: учебник / А.А. Шелюто [и др.]; под ред. А.А. Шелюто. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 472 с.

15. ГОСТ Р 55452-2021 «Сено и сенаж. Общие технические условия».

16. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.]. – 3-е издание переработанное и дополненное. – М.: Знание, 2003. – 456 с.

### References:

1. Kutuzova A. A., Privalova K. N. Priority directions of development of grassland fodder production. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2012, no. 2, pp. 56–58. (In Russian) – Text direct

2. *Spravochnik po kormoproizvodstvu* [Handbook on Fodder Production]. The 5th revised and enlarged ed., under the editorship of V. M. Koso-lapova, I. A. Trofimova. Moscow, Rosselkhozakademiya Publ., 2014. 715 p. (In Russian) – Text direct

3. Kutuzova A. A., et al. Innovative resource of high-quality bulk fodder production on natural hayfields. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], 2018, V. 32, no. 2, pp. 40–43. (In Russian) – Text direct

4. Nikitina M. M., Wil` L. G., Shulbaeva A. A. Quality and nutritional value of fodder in farms of the Republic of Khakassia. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnoyarsk, 14–15 maya 2020 goda* [Scientific Support of Animal Husbandry of Siberia: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference, Krasnoyarsk, May 14–15, 2020]. Krasnoyarsk, the Krasnoyarsk Research Institute of Animal Husbandry – a

separate subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center the Krasnoyarsk Research Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2020, pp. 59-63. (In Russian) – Text direct

5. Kuznetsov N. N., Terentyev A. V. Technology of high-quality hay harvesting under the conditions of increased humidity. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Plant and Animal Products], 2008, no. 80, pp. 106-111. (In Russian) – Text direct

6. Zhezmer N. V. Quality of raw materials of early and medium-ripening cereal grass stands for hay production. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnykh trudov. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchenoy 100-letiyu FNTS «VIK im. V.R. Vil'yamsa», Lobnya, 13 sentyabrya 2022 goda – 31 2023 goda* [Multifunctional Adaptive Fodder Production: Collection of Scientific Papers. Proceedings of the International Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the V.R. Williams VIK FNTs, Lobnya, September 13, 2022 – 31, 2023]. Moscow, the Federal State Budgetary Educational Institution of Supplementary Vocational Education the Russian Academy of Staffing Support of the Agro-Industrial Complex Publ., 2023, I. 30(78), pp. 58-65. (In Russian) – Text direct

7. Bogatyreva E.V., Fomenko P. A. The composition of main nutrients and minerals depending on the species set of ready for mowing grasses under the conditions of the Vologda Region. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], 2023, no. 1(16), pp.12-24. (In Russian) – Text direct

8. Volgin V. I., Romanenko L. V., Prokhorenko P. N, Fedorova Z. L., Korochkina E. A. *Polnotsennoe kormlenie molochnogo skota – osnova realizatsii geneticheskogo potentsiala produktivnosti* [Full Feeding of Dairy Cattle as the Basis of Productivity Genetic Potential Achievement]. Moscow, RAN Publ., 2018. 260 p. (In Russian) – Text direct

9. Simonov G. A., Uglin V. K., Nikiforov V. E., et al. How to harvest high quality hay under adverse weather conditions. *AgroForum* [AgroForum], 2020, no. 6, pp. 76-77. (In Russian) – Text direct

10. *Osobennosti tekhnologiy i tekhnicheskoe obespechenie zagotovki kormov iz trav i silosnykh kul'tur* [Features of Technologies and Technical Support of Harvesting of Fodder from Grasses and Silage Crops]. Minsk, Governmental Organization the Belarusian Agricultural Library named after I. S. Lupinovich of the Belarus National Academy of Sciences, 2011. 53 p. (In Russian) – Text direct

11. Fomenko P. A., Bogatyreva E. V. Nutritional value of raw materials

as the basis of high-quality fodder. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2022, V. 5, no. 1. (In Russian) – Text direct

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

13. Pshenichnikova E. N., Kroneval`d E. A. The quality of hay is a guarantee of successful livestock breeding. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2018, no. 6(164), pp. 143-146. (In Russian) – Text direct

14. Shelyuto A. A., et al. *Kormoproizvodstvo: uchebnyk* [Fodder Production: a Textbook]. Under the editorship of A. A. Shelyuto. Minsk, FinMin IVTs Publ., 2009. 472 p. (In Russian) – Text direct

15. State Standard 55452-2021. *Senoi senazh. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Hay and Haylage Senage. General Technical Conditions.] (In Russian) – Text direct

16. Kalashnikov A. P., Fisinin V. I., Shcheglov V. V., et al. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Norms and Diets of Agricultural Animals Feeding]. The 3rd edition revised and enlarged. Moscow, Znanie Publ., 2003. 456 p. (In Russian) – Text direct

## Evaluation of the Quality of Hay from the Main Kinds of Grasses Harvested by Farms of the Vologda Region

Bogatyreva Elena Valer`evna, a Senior Researcher

e-mail: bogatyreva35@mail.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (VoINTs RAN)

Fomenko Polina Anatol`evna, a Senior Researcher

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

The Federal State Budgetary Scientific Institution the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (VoINTs RAN)

Tret`yakov Evgeniy Aleksandrovich, a Leading Researcher, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

The Federal State Budgetary Scientific Institution the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (VoINTs RAN)

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

e-mail: natasha\_k.08@mail.ru

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

**Keywords:** hay, chemical composition, assessment, All-Union State Standard, quality, ADF, NDF

**Abstract.** In most regions of our country, it is impossible to provide animals with fresh grass all year round. Hay is used to maintain their health, normal growth, and development. The development of the livestock industry is closely related to the availability of sufficient feed for cattle. For this reason, the feed must be of excellent quality and contain many nutrients. 1 kg of high-quality hay should contain 6.5-7.5 MJ of exchange energy, 0.4-0.5 of feed units, 60-70 g of protein, and 40-50 mg of carotene. The article presents data on the quality indicators of hay harvested for 2021-2023, obtained in the analytical investigation laboratory using the equipment of the Shared Use Center «Center for Agricultural Research and Biotechnology» of the FGBUN VoINTs RAN (The Federal State Budgetary Scientific Institution the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences). According to the analyses results, the protein content of hay

from perennial grasses and legume-grass is far from the norm and is sub-standard. The best by this indicator was hay from natural lands, which corresponds to the standard of Class II, the share of which was 10.39%. The fiber content in hay ranged from 29.07 to 30.79%, which corresponded to the standard norms of Quality Classes II and III. The study of the energy value of hay showed that hay from sown legume-grass and from that of natural lands belongs to Class I, and grass hay belongs to Quality Class II according to regulatory criteria. When assessing additional indicators of the chemical composition of feed, which are included in GOST R 55452-2021, it was found that in hay from perennial grasses, the concentration of ADF and NDF was 37.24 and 64.84%, equivalent to the standard of Class II, in legume-grass hay the ratio of these indicators was 38.77 and 67.25% (Class II and non-class), and in hay from grasses of natural lands, the concentration of these indicators was included in the regulatory criteria and belongs to Class I. When summing up the hay quality, all standard indicators were taken into account and as a result, it was found that hay from grasses of natural lands and perennial grasses was assigned Classes II and III according to regulatory standards, and from legume-grass stand it was assigned the non-class quality level.

# Взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы

Бургомистрова Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: Olgabyrgomistrova@mail.ru

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

Чухарева Надежда Васильевна, зоотехник

e-mail: nadezhdachyh@yandex.ru

Общество с ограниченной ответственностью «Агрофирма Судромская», Архангельская область

Бургомистров Никита Евгеньевич, студент-магистрант

e-mail: bygora35@gmail.com

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

**Ключевые слова:** коровы, голштинская порода, молочная продуктивность, экстерьер, линейная оценка, корреляция.

**Аннотация.** В результате исследования установлена достаточно высокая, положительная, высокодостоверная коррелятивная связь между удоем, количеством молочного жира и объемными признаками экстерьера: рост, глубина туловища, длина крестца, ширина таза, а также молочными формами, коэффициенты корреляции составили от +0,17 до +0,38 (при  $t_d = 3,14-7,89$ ). Линейные признаки, характеризующие развитие вымени коров: прикрепление передних долей вымени, длина передних долей вымени, ширина задних долей вымени, борозда вымени, расположение передних сосков также имеют положительную слабую корреляцию между удоем и количеством молочного жира (« $r$ » варьируется от +0,01 до +0,20), при этом высокодостоверная связь (при  $t_d = 3,16; 3,69$ ) установлена с длиной передних долей вымени. С такими линейными признаками, как: длина крестца ( $r = +0,01-0,23^{***}$ ),

ширина таза ( $r = +0,06-0,17^{***}$ ), ширина задних долей вымени ( $r = +0,01-0,15^{**}$ ), борозда вымени ( $r = +0,03-0,07$ ) установлены положительные корреляционные связи со всеми показателями молочной продуктивности. Исследование показало целесообразность использования метода линейной оценки экстерьера и определения корреляции между ее результатами и оценкой молочной продуктивности коров в селекционно-племенной работе со стадом.

### **Введение**

Главными задачами отрасли молочного скотоводства являются совершенствование существующих пород скота, повышение молочной продуктивности, создание животных с высокой молочной продуктивностью и пригодных промышленной технологии производства молока. Уровень молочной продуктивности и пригодность скота к современным технологиям содержания во многом зависят от экстерьера и конституции. Нельзя ослаблять внимание к экстерьеру коров при селекции по продуктивности, особенно при интенсивных условиях их эксплуатации [1, 2, 3].

Молочная продуктивность – сложный количественный признак, обусловленный многими генами и факторами внешней среды, имеет большую амплитуду изменчивости в пределах от 1000 до 25 000 кг молока от коровы за год. Это главный признак среди всех хозяйственно-полезных качеств молочной коровы, который зависит от согласованного действия всех систем и органов животного [4, 5].

Человечество издавна интересовалось внешними формами животных и использовало накапливаемый в этом отношении опыт для целей племенного отбора. Общий внешний вид и экстерьерные особенности могут указывать лишь на характер продуктивности (мясная, молочная и т.п.), но не предрешать вопроса о точном количественном ее выражении [6, 7].

Основное значение экстерьера – дать представление о конституциональной крепости, здоровье и приспособленности организма к тем условиям, в которых он существует, принимая во внимание основную продуктивность. По экстерьеру судят о биологической стойкости и приспособленности животного к той среде, где оно существует, продуцирует и дает потомство, а также о породных особенностях и о продуктивности животного. При оценке животных необходимо судить о развитии отдельных статей в их связи с другими статьями, важно видеть и знать весь организм, пропорциональность его сложения и гармоничную целостность. При таком подходе легче обнаружить связь между экстерьером животного и его продуктивностью [8, 9, 10].

Одним из методов изучения особенностей телосложения живот-

ных является линейная оценка, которая позволяет объективно определять индивидуальные и породные особенности экстерьерного типа молочного скота на основании независимых оценок каждой стати (по 9-балльной шкале), что обеспечивает точное ранжирование по типу и способствует ускорению генетического прогресса по продуктивности. Повышение продуктивности в данном случае происходит за счет лучшего развития тех статей, которые напрямую или косвенно влияют на молочность животных и долголетие [11–17].

В основе современной селекции животных лежит отбор по комплексу признаков. Животные, сочетающие желательные качества, считаются наиболее ценными в племенном отношении. При создании высокопродуктивных стад, наряду с селекцией непосредственно по молочной продуктивности, большое внимание следует уделять оценке экстерьера животных, особенности которого имеют определенную связь со сроком производственного использования высокопродуктивных коров, в свою очередь влияющим на уровень рентабельности молочного скотоводства [18–25].

В связи с этим исследование по изучению взаимосвязи между признаками линейного метода оценки экстерьера с показателями молочной продуктивности является актуальным.

В процессе исследования были использованы методы: наблюдение, анализ, сравнение, обобщение и зоотехнический анализ.

*Цель исследования* – изучить взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы.

*Объект исследования* – коровы первого отела стада.

*Предмет исследования* – экстерьерные признаки, показатели молочной продуктивности.

*Задачи исследования:*

1. оценить молочную продуктивность подконтрольных коров первого отела;
2. провести анализ результатов оценки коров по экстерьеру;
3. выявить взаимосвязь линейных признаков экстерьера с показателями молочной продуктивности.

### **Материалы и методы**

Исследования проведены в 2024 году в племрепродукторе Архангельской области на популяции подконтрольных животных ( $n = 324$ ), представленных коровами первого отела, оцененных в соответствии с «Правилами оценки телосложения дочерей быков-производителей молочных и молочно-мясных пород», 1996 г.

В качестве источников информации послужили сведения о молочной продуктивности и результатах оценки животных по 18 линейным

признакам системы А, зафиксированная в ИАС «Селэкс – Молочный скот», используемой в хозяйстве.

Из показателей молочной продуктивности коров первого отела учитывались следующие: удой 305 дней лактации, массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка (МДБ), выход жира (кг).

Обработку данных проводили на ПК с использованием пакета прикладных программ по общепринятым методам вариационной статистики, описанной Е.К. Меркурьевой (1983) и Н.А. Плохинским (1961).

**Результаты исследования**

Молочная продуктивность дойного стада является основным фактором, обеспечивающим финансовое благополучие хозяйства.

Таблица 1 – Молочная продуктивности коров за 305 дней 1-й лактации (n=324)

<b>Показатели</b>	<b><math>X \pm m_x</math></b>	<b>s</b>	<b><math>C_v, \%</math></b>
Удой, кг	7845±64,4	1159	14,8
МДЖ, %	4,06±0,02	0,28	7,1
МДБ, %	3,19±0,01	0,14	4,4
Молочный жир, кг	318±2,6	45,9	14,5
Молочный белок, кг	249±2,0	35,5	14,2
Коэффициент молочности, кг	1435±14,7	264	18,4

Данные *таблицы 1* показывают, что удой коров первого отела стада за 305 дней 1-й лактации составил 7845 кг с МДЖ 4,06% и МДБ 3,19%. Величина коэффициента изменчивости по удою, количеству молочного жира и молочного белка достаточно высокая и варьируется соответственно от 14,2 до 14,8%. Коэффициент вариации по массовой доле жира и белка составил 7,1 и 4,4% соответственно.

Установлена также высокая фенотипическая изменчивость по этим показателям: по удою за 305 дней лактации составила 1159 кг, по МДЖ и МДБ – 0,28 и 0,14, по количеству молочного жира и молочного белка – 45,9 кг и 35,5 кг соответственно.

Коэффициент молочности достаточно высок – 1435, т.е. коровы, используемые в хозяйстве, относятся к молочному направлению продуктивности.

Показатели экстерьерных признаков подконтрольной популяции скота представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Результаты оценки коров по экстерьеру (n=324)

Наименование экстерьерных признаков	M±m, баллов	s	Cv, %
Рост	8,00±0,1	0,9	12,4
Глубина туловища	4,26±0,1	1,5	34,5
Крепость телосложения	3,99±0,01	0,2	3,7
Молочные формы	8,41±0,03	0,5	6,3
Длина крестца	6,39±0,05	0,9	14,8
Положение таза	4,02±0,04	0,7	16,3
Ширина таза	6,16±0,1	0,9	15,1
Обмускуленность	3,98±0,01	0,2	3,7
Постановка задних ног (вид сбоку)	5,30±0,03	0,1	1,1
Угол копыта	4,93±0,01	0,3	5,0
Прикрепление передних долей вымени	5,33±0,03	0,5	10,1
Длина передних долей вымени	7,50±0,04	0,8	10,7
Высота прикрепления задних долей вымени	7,70±0,04	0,8	9,9
Ширина задних долей вымени	8,80±0,02	0,4	4,9
Борозда вымени	5,90±0,04	0,8	13,1
Положение дна вымени	7,70±0,04	0,7	9,4
Расположение передних сосков	7,9±0,1	1,3	16,1
Длина сосков	5,10±0,1	1,1	21,3

Популяция крупного рогатого скота голштинской породы стада состоит из животных компактного телосложения с ярко выраженными молочными формами (8,41 балла).

Как показывают данные таблицы, коровы-первотелки высокого роста (8,00 балла), средней обмускуленности (3,98 балла), слабого телосложения (3,99 балла), со средней глубиной туловища (4,26 балла).

Коровы имели средний по длине крестец (6,39 балла) и средний по ширине таз (6,16 балла). Постановка задних ног (оценка сбоку) имеет средний изгиб (небольшая саблистость – 5,30 балла), угол копыта (4,93 балла). Это говорит о том, что в основном коровы первого отела отвечают требованиям развития животных молочного направления продуктивности.

Особое внимание при оценке экстерьера коров уделяется развитию вымени. Установлено, что передние доли вымени коров средней длины (4,98 балла = 19,6 см), прикрепление вымени достаточно плотное (5,33 балла).

Задние доли вымени средней ширины (5,72 балла = 16,1 см) к туловищу высоко прикреплены (6,33 балла = 21,9 см). Борозда вымени средняя (5,9 балла). Положение дна вымени высокое (7,7 балла) (расположено высоко относительно скакательного сустава), т.е. вымя недостаточно глубокое. Соски длинные (5,1 балла).

Из таблицы 2 также видно, что линейные признаки имеют в основном высокую изменчивость, которая свидетельствует о том, что скот недостаточно типизирован по основным признакам экстерьера и обеспечивает ведение целенаправленной селекционной работы.

Коэффициент изменчивости варьировался- от 3,7% (обмускуленность) до 34,5% (глубина туловища).

По оценке вымени коэффициент изменчивости составил от 21,3% (длина сосков), 9,4% (положение дна вымени – глубина вымени) до 10,1% (прикрепление передних долей вымени).

Ряд авторов считают, что молочная продуктивность коров находится в прямой зависимости от экстерьерных признаков животного. Однако для эффективной селекции необходимо знать, в какой именно степени взаимосвязаны те или иные особенности экстерьера с удоем коров.

В ходе исследований нами была изучена связь между удоем за 305 дней первой лактации и показателями экстерьерной оценки (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между линейными признаками экстерьера и показателями молочной продуктивности коров за 305 дней 1-й лактации (n=324)

Показатели	Удой, кг		МДЖ, %		МДБ, %		Молочный жир, кг	
	r	m <sub>r</sub>	r	m <sub>r</sub>	r	m <sub>r</sub>	r	m <sub>r</sub>
Рост	0,38***	0,05	-0,07	0,06	-0,04	0,06	0,35***	0,05
Глубина туловища	0,23***	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,27***	0,05
Крепость телосложения	0,12*	0,05	0,03	0,06	0,07	0,06	0,14**	0,05
Молочные формы	0,25***	0,05	0,02	0,06	-0,03	0,06	0,26***	0,05
Длина крестца	0,22***	0,05	0,04	0,06	0,01	0,06	0,23***	0,05
Положение таза	-0,14*	0,05	-0,02	0,06	0,00	0,06	-0,16**	0,05
Ширина таза	0,17**	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,21***	0,05
Обмускуленность	-0,01	0,06	0,02	0,06	0,07	0,06	0,003	0,06

Постановка задних ног (вид сбоку)	-0,06	0,06	0,04	0,06	0,03	0,06	-0,04	0,06
Угол копыта	0,00	0,06	0,09	0,06	0,12*	0,05	0,04	0,06
Прикрепление передних долей вымени	0,01	0,06	-0,01	0,06	0,03	0,06	0,02	0,06
Длина передних долей вымени	0,20***	0,05	-0,05	0,06	-0,01	0,06	0,17**	0,05
Высота прикрепления задних долей вымени	-0,0002	0,06	0,01	0,06	-0,13**	0,05	-0,004	0,06
Ширина задних долей вымени	0,13*	0,05	0,03	0,06	0,02	0,06	0,15**	0,05
Борозда вымени	0,03	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,07	0,06
Положение дна вымени	-0,19***	0,05	-0,02	0,06	0,01	0,06	-0,20***	0,05
Расположение передних сосков	0,13*	0,05	0,04	0,06	-0,08	0,06	0,15**	0,05
Длина сосков	-0,08	0,06	0,00	0,06	-0,05	0,06	-0,08	0,06
* $P \leq 0,05$ ; ** $P \leq 0,01$ ***; $P \leq 0,001$ .								

Результаты исследований показали, что между удоем и признаками экстерьера имеются как отрицательные, так и положительные связи.

Установлена достаточно высокая, положительная, высокодостоверная коррелятивная связь между удоем, количеством молочного жира и объемными признаками экстерьера: рост, глубина туловища, длина крестца, ширина таза, а также молочными формами. Коэффициенты корреляции составили от +0,17 до +0,38 (при  $t_d = 3,14-7,89$ ).

Линейные признаки, характеризующие развитие вымени коров – прикрепление передних долей вымени, длина передних долей вымени, ширина задних долей вымени, борозда вымени, расположение передних сосков – также имеют положительную слабую корреляцию между удоем и количеством молочного жира («r» варьируется от +0,01 до +0,20), при этом высокодостоверная связь (при  $t_d = 3,16; 3,69$ ) установлена по длине передних долей вымени.

Коэффициенты корреляции между показателями молочной продуктивности и признаками экстерьера – крепость телосложения, угол копыта – невысокие, варьируются от +0,3 до +0,14\*\*, достоверны в разной степени при установлении связи между крепостью телосложения и удоем ( $r = +0,12, t_d = 2,16$ ), количеством молочного жира ( $r = +0,14, t_d = 2,65$ ), углом копыта и количеством молочного белка ( $r = +0,12, t_d = 2,20$ ), остальные коэффициенты недостоверны ( $t_d = 0,05-2,16$ ).

Между МДЖ и признаками экстерьера – глубина туловища, крепость телосложения, молочные формы, длина крестца, ширина таза, обмускуленность, постановка задних ног (вид сбоку), угол копыта, высота прикрепления задних долей вымени, ширина задних долей вымени, борозда вымени, расположение передних сосков, длина сосков – выявлена положительная, слабая, недостоверная корреляция (коэффициенты корреляции составили от + 0,02 до +0,09).

Между МДБ и признаками экстерьера – глубина туловища, крепость телосложения, длина крестца, ширина и положение таза, обмускуленность, постановка задних ног (вид сбоку), угол копыта, прикрепление передних долей вымени, ширина задних долей вымени, борозда вымени, положение дна вымени – выявлена положительная, слабая, недостоверная корреляция (коэффициенты корреляции составили от + 0,01 до +0,09).

При машинном доении важное значение имеет расположение сосков. Установлена слабая, но положительная связь данного признака с удоем, МДЖ и молочным жиром, величина коэффициентов корреляции составила от +0,13 до +0,15 соответственно. При этом достоверность корреляции выявлена только между удоем ( $r = +0,13$ , при  $t_d = 2,42$ ) и молочным жиром ( $r = +0,15$ , при  $t_d = 2,85$ ).

Установлена слабая отрицательная корреляция признака «длина сосков» со всеми показателями молочной продуктивности.

Между удоем, молочным жиром и положением дна вымени коррелятивная связь оказалась высокодостоверной отрицательной, коэффициент корреляции составил от -0,19 до -0,20, при этом корреляция между МДЖ и положением дна вымени близка к нулю ( $r = -0,02$ ; 0,01).

С такими линейными признаками, как: длина крестца ( $r = +0,01-0,23^{***}$ ), ширина таза ( $r = +0,06-0,17^{***}$ ), ширина задних долей вымени ( $r = +0,01-0,15^{**}$ ), борозда вымени ( $r = +0,03-0,07$ ), установлены положительные корреляционные связи со всеми показателями молочной продуктивности.

Следует отметить, что хорошо развитые экстерьерные признаки «положение таза», «ширина таза» обеспечивают большую площадь для прикрепления вымени, большую емкость тазовой полости, расширяют родовые пути, что способствует легким отелам коров.

### **Выводы**

Применение линейной оценки экстерьера животных, изучение связи ее с молочной продуктивностью будут способствовать улучшению отдельных экстерьерных характеристик, увеличению надоя, что позволит повысить результаты селекционно-племенной работы в хозяйстве.

**Литература:**

1. Анализ связи ЕАВ – системы групп крови с хозяйственно-биологическими признаками черно-пестрого скота / И.В. Литвинов, С.Е. Тяпугин, Н.Ю. Катыхева, О.Н. Бургомистрова // Зоотехния. – 2005. – № 4. – С. 2–4.
2. Кормопроизводство Вологодской области: современное состояние и перспективы развития / А.В. Маклахов, В.К. Углин, О.Н. Бургомистрова [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 1 (33). – С. 60–68.
3. Алтухова, В.В. Генетическая и паратипическая обусловленность формирования высокопродуктивного стада крупного рогатого скота при промышленной технологии производства молока / В.В. Алтухова // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 1. – № 1. – С. 60–64.
4. Ефимова, Л.В. Линейная оценка экстерьера и молочная продуктивность коров-первотелок разных линий / Л.В. Ефимова, Т.В. Кулакова // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: материалы VI Международной научно-практической конференции, Горно-Алтайск, 08–11 июня 2017 года. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет, 2017. – С. 151–155. URL: <https://www.elibrary.ru>
5. Новый подход к оценке линий молочного скота с учетом коэффициента линейности / Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова, Г.С. Власова [и др.] // Зоотехния. – 2018. – № 9. – С. 2–6.
6. Линейная оценка экстерьера коров / М.Ю. Дмитриев, Д.Ю. Юфе-рицын, С.В. Шипилов, К.А. Трифонова. // Развитие современной науки: опыт, проблемы, прогнозы: сборник статей. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 35–38. – URL: <https://www.elibrary.ru>
7. Жамбалова, Р.А. Линейная оценка экстерьера коров черно-пестрой породы в ФГУП «Элита» Эхиритбулагатского района / Р.А. Жамбалова, А.К. Гордеева // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы конференции. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 25–35. – URL: <https://www.elibrary.ru>
8. Динамика экстерьерных признаков в популяции черно-пестрой породы Вологодской области / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, Н.И. Абрамова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 2. – С. 8–9.
9. Громова, Т.В. Отбор коров-первотелок с учетом линейной оценки экстерьера и категории типа телосложения / Т.В. Громова // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: материа-

лы конференции. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет, 2021. – С. 55–58. – URL: <https://www.elibrary.ru>

10. Свяженина, М.А. Результаты линейной оценки экстерьера коров черно-пестрой и голштинской пород в Северном Казахстане / М.А. Свяженина, Ж.М. Касенов, А.М. Рахимов // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 4 (64). – С. 43–48. – URL: <https://www.elibrary.ru>

11. Модвал, Е.С. Взаимосвязь экстерьера и молочной продуктивности коров-первотелок / Е.С. Модвал // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 161–165. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47304441>

12. Молочная продуктивность и линейная оценка экстерьера коров симментальской породы / Б.О. Алимжанов, Л.В. Алимжанова, С.К. Бостанова [и др.] // Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований: материалы конференции. – Прага: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2017. – С. 214–222. –URL: <https://www.elibrary.ru>

13. Результаты линейной оценки экстерьера коров черно-пестрой породы в племенных хозяйствах Вологодской области / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова, Н.В. Зенкова. – Текст: непосредственный // Достижения современной науки – сельскохозяйственному производству: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования Новгородского НИИСХ, Великий Новгород, 28–29 мая 2013 года. – Великий Новгород: Издательско-полиграфический центр Бумеранг, 2013. – С. 182–184.

14. Литвинов, И.В. Результаты линейной оценки быков-производителей / И.В. Литвинов, С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова // Интенсификация сельскохозяйственного производства: сборник научных статей ученых СЗНИИМЛПХ, посвящ. 75-летию Российской сельскохозяйственной академии. – Вологда; Молочное: Северо-западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, 2004. – С. 13–14.

15. Эффективность отбора коров по типу телосложения / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 2. – DOI: 10.15838/alt.2018.1.3.2.

16. Оценка и отбор животных на основе полифакторных индексов / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова, Н.В. Зенкова // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 3. – С. 16–18.

17. Шевелева, О.М. Линейная оценка экстерьера коров породы салерс в условиях Западной Сибири / О.М. Шевелева, А.А. Баха-

рев // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 1 (178). – С. 130–136. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-130-136. – URL: <https://www.elibrary.ru>

18. Абрамова, Н.И. Влияние экстерьерных признаков на продуктивные показатели айрширской популяции скота Вологодской области / Н.И. Абрамова, А.И. Абрамов, Л.Н. Богорадова // Бюл. ВНИИГРЖ. – СПб., 2006. – Вып. 149. – С. 22–25.

19. Бургомистрова, О.Н. Взаимосвязь экстерьерных признаков телосложения дочерей быков-производителей с удоем за первую лактацию // Бюл. ВНИИГРЖ. – СПб., 2006. – Вып. 149. – С. 16–18.

20. Бургомистрова, О.Н. Ранняя оценка племенной ценности коров по комплексу хозяйственно полезных признаков: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / О.Н. Бургомистрова. – СПб.; Пушкин, 2008. – 22 с.

21. Бургомистрова, О.Н. Использование селекционных индексов оценки животных в условиях Вологодской области / О.Н. Бургомистрова // Современные методы генетики и селекции в животноводстве: материалы международной научной конференции ВНИИГРЖ, Санкт-Петербург, Пушкин, 26–28 июня 2007 года. – СПб., Пушкин: Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2007. – С. 160–164.

22. Рахматулина, Н.Р. Продуктивно-экстерьерные индексы быков-производителей, оцененных по экстерьеру и продуктивности дочерей за 90, 180 и 305 дней лактации / Н.Р. Рахматулина, О.Н. Бургомистрова // Бюллетень государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных. – 2006. – № 149. – С. 14–15.

23. Тяпугин, Е.А. Селекция крупного рогатого скота на современных комплексах с инновационными технологиями доения / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук – 2014. – № 6. – С.41–43.

24. Тяпугин, С.Е. Эффективность применения линейного метода оценки экстерьера в стадах крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Вологодской области / С.Е. Тяпугин, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Перспективы развития айрширской породы крупного рогатого скота в России: сб. науч. трудов / ред. Е.А. Тяпугин. – Вологда; Молочное: Северо-западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства, 2008. – С. 61–63.

25. Селимян, М.О., Абрамова, Н.И. Взаимосвязь экстерьерных признаков коров первого отела айрширской породы с молочной продуктивностью // Агрозоотехника. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 1–10.

**References:**

1. Litvinov I. V., Tyapugin S. E., Katysheva N.Yu., Burgomistrova O. N. Analysis of the relationship of the EAV system of blood groups with the economic and biological characteristics of black-and-white cattle. *Zootekhnika* [Animal Science], 2005, no. 4, pp. 2-4. (In Russian) – Text direct
2. Maklakhov A. V., Uglin V. K., Burgomistrova O. N. et al. Feed production of the Vologda Region: current state and prospects of development. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the Agro-Industrial Complex of the Upper Volga Region], 2016, no. 1(33), pp. 60-68. (In Russian) – Text direct
3. Altukhova V. V. Genetic and paratypic dependence of the formation of a highly productive herd of cattle with industrial milk production technology. *Agrogen Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Agrogen of the Voronezh State Agrarian University], 2023, V. 1, no. 1, pp. 60-64. (In Russian) – Text direct
4. Efimova L.V., Kulakova T. V. Linear assessment of the exterior and dairy productivity of first-calf cows of different lines. *Aktual'nye problemy sel'skogo khozyaystva gornykh territoriy: materialy VI-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Gorno-Altaysk, 08–11 iyunya 2017 goda* [Current Issues of Agriculture in Mountainous Areas: Proceedings of the VI th International Research-to-Practice Conference, Gorno-Altaysk, June 08-11, 2017]. Gorno-Altaysk, the Gorno-Altaysk State University Publ., 2017, pp. 151-155. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>
5. Abramova N. I., Bogoradova L. N., Vlasova G. S., et al. A new approach to the evaluation of dairy cattle lines taking into account the linearity coefficient. *Zootekhnika* [Animal Science], 2018, no. 9, pp. 2-6. (In Russian) – Text direct
6. Dmitriev M. Yu., Yuferitsyn D. Yu., Shipilov S. V., Trifonova K. A. Linear assessment of the exterior of cows. *Razvitie sovremennoy nauki: opyt, problemy, prognozy: sbornik statey* [Development of Modern Science: Experience, Problems, and Forecasts: Collection of Articles]. Petrozavodsk, International Center for New Science Scientific Partnership (IP Ivanovskaya I.I. (Private Entrepreneur)), 2024, pp. 35-38. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>
7. Zhambalova R. A., Gordeeva A. K. Linear assessment of the exterior of Black-and-White cows in the Elita Federal State Unitary Enterprise of the Ekhiritbulagatskiy District. *Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK: materialy konferentsii* [Scientific Research of Students in Solving Urgent Problems of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the Conference]. The settlement of Molodezhniy, the Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevskiy Publ., 2020, pp. 25-

35. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>
8. Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N., Abramova N. I., et al. Dynamics of exterior features in the population of the Black-and-White breed of the Vologda Region. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2015, no. 2, pp. 8-9. (In Russian) – Text direct
9. Gromova T. V. Selection of first-calf cows taking into account the linear assessment of the exterior and the category of body type. *Aktual'nye problemy sel'skogo khozyaystva gornykh territoriy: materialy konferentsii* [Current Issues of Agriculture in Mountainous Areas: Proceedings of Conference]. Gorno-Altaysk, the Gorno-Altaysk State University Publ., 2021, pp. 55-58. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>
10. Svyazenina M. A., Kasenov Zh. M., Rakhimov A. M. Results of a linear assessment of the exterior of cows of Black-and-White and Holstein breeds in Northern Kazakhstan. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agrofood Policy of Russia], 2017, no. 4(64), pp. 43-48. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>
11. Modval E. S. The relationship between the exterior and dairy productivity of first-calf cows. *V mire nauchnykh otkrytiy: Materialy IV Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferentsii* [In the World of Scientific Discoveries: Proceedings of the IVth International Student Scientific Conference]. Ulyanovsk, the Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin Publ., 2021, pp. 161-165. (In Russian) – Text electronic. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47304441>
12. Alimzhanov B. O., Alimzhanova L. V., Bostanova S. K., et al. Dairy productivity and linear assessment of the exterior of cows of the Simmental breed. *Nauka, obrazovanie, innovatsii: aprobatsiya rezul'tatov issledovaniy: materialy konferentsii* [Science, Education, Innovations: Evaluation of Researches Results: Conference Proceedings]. Prague, the Scientific Publishing Center the World of Science (IP Vostretsov A. I. (Private Entrepreneur)), 2017, pp. 214-222. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru>.
13. Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N., Khromova O. L., Zenkova N. V. The results of a linear assessment of the exterior of Black-and-White cows in breeding farms of the Vologda Region. *Dostizheniya sovremennoy nauki – sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu obrazovaniya Novgorodskogo NIISKH, Velikiy Novgorod, 28–29 maya 2013 goda* [Achievements of Modern Science to Agricultural Production: Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference Dedicated to the 25th Anniversary of the Formation of the Novgorod Research Institute, Velikiy Novgorod, May 28-29, 2013]. Velikiy Novgorod, the Boomerang Publishing

and Printing Center, 2013, pp. 182-184. (In Russian) – Text direct

14. Litvinov I. V., Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N. The results of a linear assessment of bulls for service. *Intensifikatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: Sbornik nauchnykh statey uchenykh SZNIIMLPKH posvyashchenny 75-letiyu Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Intensification of Agricultural Production: a Collection of Scientific Articles by Scientists of the SZNIIMLPKH (the North-Western Scientific Research Institute of Dairy and Grassland Farming) Dedicated to the 75th Anniversary of the Russian Agricultural Academy]. Vologda-Molochnoe, the North-Western Scientific Research Institute of Dairy and Grassland Farming Publ., 2004, pp. 13-14. (In Russian) – Text direct

15. Abramova N. I., Burgomistrova O. N., Khromova O. L., et al. Efficiency of cows` selection by body type. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2018, V. 1, no. 3, pp. 2. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2018.1.3.2

16. Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N., Khromova O. L., Zenkova N. V. Assessment and selection of animals based on multiple-factor indices. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2014, no. 3, pp. 16-18. (In Russian) – Text direct

17. Sheveleva O. M., Bakharev A. A. Linear assessment of the exterior of Salers cows under the conditions of Western Siberia. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the KrasGAU], 2022, no. 1(178), pp. 130-136. (In Russian) – Text electronic. Available at: <https://www.elibrary.ru> DOI 10.36718/1819-4036-2022-1-130-136

18. Abramova N. I., Abramov A. I., Bogoradova L. N. The influence of exterior features on the productive indicators of the Ayrshire livestock population of the Vologda Region. *Byul. VNIIGRZH* [Bul. of the VNIIGRZh]. Saint Petersburg, 2006, I. 149, pp. 22-25. (In Russian) – Text direct

19. Burgomistrova O. N. The relationship of the exterior conformation features of the daughters of servicing bulls with milk yield for the first lactation. *Byul. VNIIGRZH* [Bul. of the VNIIGRZh]. Saint Petersburg, 2006, I. 149, pp. 16-18. (In Russian) – Text direct

20. Burgomistrova O. N. *Rannyaya otsenka plemennoy tsennosti korov po kompleksu khozyaystvenno poleznykh priznakov: avtoref.dis. ... kand. s.-kh. nauk:06.02.01* [Early Assessment of Cows` Breeding Value According to a Complex of Economic Traits: Abstract of a Thesis ... Candidate of Agricultural Sciences: 02/06/2011]. Saint Petersburg-Pushkin, 2008. 22 p. (In Russian) – Text direct

21. Burgomistrova O. N. The use of selection indices for evaluating animals in the Vologda Region. *Sovremennye metody genetiki i selektsii v zhivotnovodstve: Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii VNIIGRZH, Sankt-Peterburg, Pushkin, 26–28 iyunya 2007 goda* [Modern

Methods of Genetics and Breeding in Animal Husbandry: Proceedings of the International Scientific Conference of the VNIIGRZh, St. Petersburg, Pushkin, June 26-28, 2007]. Saint Petersburg- Pushkin, the State Scientific Institution the North-Western Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2007, pp. 160-164. (In Russian) – Text direct

22. Rakhmatulina N. R., Burgomistrova O. N. Productive and exterior indices of servicing bulls evaluated by the exterior and productivity of daughters for 90, 180, and 305 days of lactation. *Byulleten' gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut genetiki i razvedeniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Bulletin of the State Scientific Institution the All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals], 2006, no. 149, pp. 14-15. (In Russian) – Text direct

23. Tyapugin E. A., Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N., Khromova O. L. Cattle breeding on modern complexes with innovative milking technologies. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2014, no. 6, pp.41-43. (In Russian) – Text direct

24. Tyapugin S. E., Burgomistrova O. N., Khromova O. L. The effectiveness of the linear method of exterior assessment in herds of Black-and-White cattle in the Vologda Region. *Perspektivy razvitiya ayrshirskoy porody krupnogo rogatogo skota v Rossii: Sbornik nauchnykh trudov* [Prospects for the Development of the Ayrshire Cattle Breed in Russia: Collection of Scientific Papers]. Under the editorship of E. A. Tyapugin. Vologda-Molochnoe, the Federal State Budgetary Scientific Institution the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming Publ., 2008, pp. 61-63. (In Russian) – Text direct

25. Selimyan M. O., Abramova N. I. The relationship of exterior features of cows of the first calving of the Ayrshire breed with dairy productivity. *Agrozootekhnika* [Animal Husbandry], 2019, V. 2, no. 1, pp.1-10. (In Russian) – Text direct

## The Relationship of the Signs of a Linear Assessment of the Exterior with the Signs of Dairy Productivity of Holstein Cows

Burgomistrova Olga Nikolaevna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Animal Science and Biology  
e-mail: Olgabyrgomistrova@mail.ru

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

Chukhareva Nadezhda Vasil'evna, a zootechnician  
e-mail: nadezhdachyh@yandex.ru

OOO Sudroma Farming Enterprise (Limited Liability Company), the Arkhangelsk Region

Burgomistrov Nikita Evgen'evich, a Master's Degree Student  
e-mail: bygora35@gmail.com

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

**Keywords:** cows, Holstein breed, dairy productivity, exterior, linear estimation, correlation.

**Abstract.** According to the study, a fairly high, positive, highly reliable correlation was established between milk yield, the amount of milk fat, and volumetric signs of the exterior: height, body depth, sacrum length, pelvic width, as well as milk forms. The correlation coefficients ranged from +0.17 to +0.38 (at  $t_d = 3.14-7.89$ ). Linear signs characterizing the development of the udder of cows such as the attachment of the front segments of the udder, the length of the front segments of the udder, the width of the posterior segments of the udder, the udder cleft, and the location of the anterior nipples also have a positive, weak correlation between milk yield and the amount of milk fat ("r" varies from +0.01 to +0.20), while a highly reliable relationship (when  $t_d = 3.16; 3.69$ ) is set with the length of the front segments of the udder. With such linear features as sacral length ( $r = +0,01-0,23^{***}$ ), pelvic width ( $r = +0,06-0,17^{***}$ ), width of the posterior udder segments ( $r = +0,01-0,15^{**}$ ), and udder cleft ( $r = +0.03-0.07$ ) are installed positive correlations with all indicators of milk productivity. The study showed the expediency of using the method of linear assessment of the exterior and determining the correlation between its results and the assessment of dairy productivity of cows in breeding work with a herd.

# Секвенирование одной молекулы как инновационный способ изучения эпигенетики и генетического разнообразия сельскохозяйственных животных

Дысин Артем Павлович, младший научный сотрудник  
e-mail: artemdysin@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Дементьева Наталия Викторовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
e-mail: dementevan@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

**Ключевые слова:** секвенирование одной молекулы, геномика сельскохозяйственных животных, эпигенетика, геномная селекция в животноводстве, продуктивные признаки животных.

**Аннотация.** Появление секвенирования одиночных молекул открыло новую эру в геномике, обеспечив беспрецедентное разрешение и понимание генетики и эпигенетики организмов. В геномике сельскохозяйственных животных секвенирование одиночных молекул предлагает инновационный подход к пониманию сложного взаимодействия между генотипом и фенотипом. В данном обзоре рассматривается современное состояние технологии секвенирования одиночных молекул и её применение для углубления знаний о генетическом разнообразии сельскохозяйственных животных и эпигенетических процессах в организмах. Секвенирование одиночных молекул позволяет детально анализировать геном без необходимости

амплификации, избегая ограничений традиционных методов секвенирования. Эта технология обеспечивает высокое качество последовательностей даже при больших длинах чтений и минимальные требования к подготовке образцов. Прямое секвенирование молекул нативной ДНК или РНК сохраняет целостность образца и позволяет обнаруживать эпигенетические модификации без дополнительных этапов, приводящих к случайным ошибкам в исследовании. Это позволяет точно отражать биологическое состояние организма и изучать динамические изменения эпигенетических модификаций на различных стадиях развития или состояниях болезни, а также в ответ на стрессовые факторы окружающей среды. Секвенирование одиночных молекул также обладает потенциалом для улучшения управления генетическими ресурсами и селекции животных, выявляя желательные признаки на молекулярном уровне. Эта технология позволяет прояснить организацию генома, динамику транскрипции и механизмы регуляции генов, обеспечивая точное отслеживание генетических и эпигенетических изменений. Анализ гаплотипов и редких генетических вариантов, возможный благодаря секвенированию одиночных молекул, способствует созданию более полной карты генотип-фенотип, что критически важно для понимания фенотипического разнообразия и разработки новых подходов к селекции. Таким образом, наш обзор освещает революционный потенциал секвенирования одиночных молекул в улучшении нашего понимания генетических и эпигенетических факторов, определяющих продуктивные признаки животных, и подчеркивает перспективы этой технологии в переосмыслении геномных исследований и стимулировании инноваций в животноводстве.

### **Введение**

Геномы сельскохозяйственных животных демонстрируют удивительную устойчивость и адаптивность благодаря генетическому разнообразию и эпигенетике, которые необходимы для здоровья, повышения продуктивности, адаптационных качеств и долголетия скота. Поэтому исследователи и селекционеры уделяют особое внимание использованию генетических ресурсов животных для сохранения ценных генетических вариаций и управления изменениями генетического разнообразия с помощью селекционных программ [1]. Решение этих задач имеет стратегическое значение для преодоления проблем, связанных с изменением климата, новыми болезнями и изменениями потребительского спроса [2]. Эпигенетика, изучающая наследственные изменения фенотипа без изменения последовательности ДНК, расширяет наше понимание признаков и причин заболеваний

животных. Эпигенетические механизмы, такие как метилирование ДНК и модификация гистонов, регулируют экспрессию генов под влиянием факторов окружающей среды, оказывая воздействие на развитие, поведение и здоровье животных [3].

Внедрение новых методов оценки генетического разнообразия и уровня эпигенетических изменений расширяет наши возможности по оценке генетических и эпигенетических вариаций в геномах сельскохозяйственных животных. Так, технология секвенирования позволила исследователям получить данные о множестве геномов. Это позволило нам лучше понять генетические и эпигенетические основы признаков животных, преодолев разрыв между геномом и феномом. Однако секвенирование больших объемов ДНК, как правило, не предоставляет подробной информации об отдельных молекулах из-за эффекта усреднения при массовом секвенировании [4].

Секвенирование одиночных молекул (СОМ) представляет собой новую главу в геномике, позволяя напрямую считывать отдельные молекулы ДНК и обеспечивая детальный анализ генома без амплификации, необходимой для методов секвенирования большого объема [4]. С помощью СОМ можно прояснить организацию генома, динамику транскрипции и механизмы регуляции генов [5], что позволяет точно отслеживать генетические и эпигенетические изменения на уровне отдельных молекул. Это обещает улучшить управление генетическими ресурсами и селекцию животных путем выявления желательных признаков на молекулярном уровне, способствуя созданию более жизнестойких и продуктивных животных.

В данном обзоре освещается потенциал СОМ в геномике сельскохозяйственных животных, обсуждаются принципы, преимущества, недостатки и перспективы применения в животноводстве. Исследуя, как СОМ может улучшить наше понимание генетических и эпигенетических факторов, определяющих продуктивность животных, мы стремимся дать представление о том, как эта технология может переосмыслить геномные исследования и стимулировать инновации в животноводстве.

### **Преимущества**

Одним из главных преимуществ СОМ является способность получать большие длины считывания при неизменном качестве последовательности [6]. Традиционные методы секвенирования часто сталкиваются с проблемой дефазировки, что снижает точность длинных чтений [7]. Технологии СОМ, разработанные Pacific Biosciences и Oxford Nanopore Technologies, позволяют поддерживать высокую точность при больших длинах считывания, улучшая сборку сложных геномов и идентификацию структурных вариантов [8]. Например, система PacBio RS

II может похвастаться средней длиной считывания, превышающей 10 кбайт, при максимальной длине, превышающей 60 кбайт, что особенно полезно для распознавания повторяющихся последовательностей, которые часто усложняют сборку генома. Также, в отличие от технологий второго поколения, SOM может напрямую секвенировать молекулы нативной ДНК или РНК [9]. Это упрощает рабочий процесс и сохраняет целостность образца, особенно выгодно для низкокачественных или деградировавших образцов.

SOM может напрямую определять эпигенетические модификации без химической обработки [10], что позволяет сохранить целостность образца ДНК. Традиционные методы, такие как бисульфитное секвенирование или иммунопреципитация хроматина (ChIP), могут изменять нативное состояние ДНК и вносить погрешности [11]. SOM сохраняет нативное состояние ДНК и позволяет обнаруживать различные эпигенетические метки, включая метилирование и гидроксиметилирование ДНК, без дополнительной обработки [12]. Это важно для понимания эпигенетической регуляции экспрессии генов и ее влияния на здоровье и болезни. Кроме того, SOM предоставляет широкие возможности для анализа гаплотипов, выявляя их в обширных геномных регионах и показывая, как генетические вариации влияют на фенотипические результаты [13]. Способность преобразовывать однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) в гаплотипы с помощью длинных считываний позволяет исследователям лучше понимать сложные признаки и их генетическую основу. SOM также ценен для обнаружения редких вариантов, которые другие технологии могут пропустить. Это особенно важно в контексте сложных заболеваний, где взаимодействуют многочисленные генетические и средовые факторы [14].

Достижения в области технологии SOM также привели к повышению точности с помощью таких методов, как циклическое консенсусное секвенирование, которое позволяет ДНК многократно проходить через волноводный чип с нулевым режимом работы. Этот процесс может обеспечить высокую точность считывания, по меньшей мере, на 99,8%, что сопоставимо с платформами секвенирования следующего поколения [15]. Кроме того, технологии секвенирования с длительным считыванием позволяют проводить всесторонний анализ изоформ транскриптов и структурных вариаций, которые часто упускаются из виду при использовании подходов с коротким считыванием [16, 17].

### **Проблемы и трудности**

Одной из основных технических проблем является высокий процент ошибок на некоторых платформах секвенирования, несмотря на значительный прогресс в технологиях SOM, таких как секвенирование

одной молекулы в реальном времени (SMRT) от Pacific Biosciences и нанопоровое секвенирование от Oxford Nanopore Technologies [18, 19]. Для повышения точности COM необходимы постоянные усовершенствования в области химии секвенирования и алгоритмов исправления ошибок.

Еще одной технической проблемой является необходимость в высококачественной ДНК. Технологии COM чувствительны к чистоте и целостности ДНК, которую бывает сложно сохранить в полевых условиях или при работе с поврежденными образцами. Например, Dyshlovoy et al. (2024) продемонстрировали, что низкое качество образцов ДНК, взятых у больных раком, способствует неточному анализу метилирования при использовании секвенирования нанопор [20]. Такая чувствительность требует строгих протоколов отбора и обработки образцов, чтобы гарантировать, что ДНК остается неповрежденной и не содержит загрязняющих веществ. Аналогичным образом, Keraite et al. (2022) подчеркнули трудности, возникающие при попытке мультиплексного полноразмерного одномолекулярного секвенирования митохондриальных геномов, когда даже незначительная деградация может существенно повлиять на качество результатов секвенирования [21]. Также, несмотря на снижение стоимости секвенирования, COM по-прежнему дороже традиционных методов секвенирования с коротким прочтением. Эта разница в затратах включает не только стоимость расходных материалов и реактивов, но и вычислительные ресурсы, необходимые для анализа данных. Так, для проведения COM требуется совершенно иное оборудование, как, например, система SMRT, включающая специальные чипы, которые обеспечивают платформу для наблюдения за синтезом ДНК в режиме реального времени. Эти устройства дополнены лазерной оптической системой для считывания сигналов флуоресценции [22]. Нанопоровое секвенирование использует уникальные нанопоровые чипы, которые пропускают молекулы ДНК через поры, измеряя изменения ионного тока. Для работы с этой технологией требуются устройства, такие как MinION или более крупные системы (GridION, PromethION), которые специально разработаны для работы с нанопорами [23]. Если средняя стоимость секвенирования одного гигабаза на платформах Illumina составляет около 10–20 долл. [24], то для платформ COM она может достигать 40–100 долл. в зависимости от глубины покрытия и типа анализа (например, анализа эпигенетических модификаций) [25].

Кроме того, длинные чтения, генерируемые COM, требуют специализированных алгоритмов для сборки генома, поиска вариантов и эпигенетического анализа. Например, Zimin et al. (2017) утверждают, что традиционные алгоритмы сборки, разработанные для кратковременного считывания, часто оказываются неадекватными для

решения уникальных задач, связанных с длительным считыванием данных [26]. Разработка новых алгоритмов, которые могут эффективно собирать геномы из длинных считываний, решая при этом такие проблемы, как разрешение повторов и идентификация структурных вариантов, имеет решающее значение для максимального использования технологий СОМ.

### **Перспектива применения в животноводстве**

Благодаря своей способности производить длинные прочтения и получать данные высокого разрешения, СОМ может улучшить понимание генетической вариативности внутри и между породами, что способствует сохранению и управлению генетическими ресурсами животных. Это открывает новые возможности для улучшения стратегий разведения сельскохозяйственных животных. Традиционные методы селекции, основанные на фенотипическом отборе и данных родословной, могут быть менее точными и занимать много времени. СОМ позволяет более точно отбирать желательные признаки с помощью геномной селекции, ускоряя процесс селекции. Например, Vickhart et al. (2016) продемонстрировали, что СОМ может способствовать новой сборке эталонных геномов млекопитающих, обеспечивая более полную геномную основу для идентификации генетических маркеров, связанных с экономически важными признаками [27]. Эта возможность позволяет селекционерам отбирать животных на основе их геномных профилей, а не только по наблюдаемым признакам, тем самым ускоряя процесс разведения и ускоряя генетический прогресс.

Внедрение СОМ в программы разведения может значительно повысить эффективность разведения молочного скота. Традиционные методы разведения часто требовали тщательного тестирования потомства для оценки генетических качеств производителей, что могло занять несколько лет. Однако благодаря возможности геномного отбора с помощью СОМ селекционеры могли бы оценивать селекционную ценность на основе геномной информации гораздо раньше на этапе жизненного цикла животного, предварительно создавая для него фенотипическую базу данных, так как именно связь между генотипом и фенотипом позволяет полноценно использовать преимущества современных технологий секвенирования, включая СОМ. Так, в исследовании Chang et al. (2021) для изучения сложности полноразмерных транскриптов крупного рогатого скота использовано одномолекулярное секвенирование с длинным прочтением PacBio, что значительно расширило наши представления о транскриптомике крупного рогатого скота. В ходе их исследования было идентифицировано 276 295 полноразмерных нехимических последовательностей, включая 305 альтернативных событий сплайсинга и 3795 альтернативных сайтов

полиаденилирования. Такой уровень детализации имеет решающее значение для понимания сложности регуляции генов у крупного рогатого скота. Выявление альтернативных механизмов сплайсинга может дать представление о том, как различные условия окружающей среды или методы ведения хозяйства могут влиять на такие характеристики, как скорость роста, производство молока и устойчивость к болезням. Также ими было обнаружено 457 новых генов и 569 длинных некодирующих РНК, что расширяет генетический инструментарий, доступный для разведения крупного рогатого скота, так как эти гены могут играть роль в большом количестве важных биологических процессов, влияющих на продуктивность и здоровье [28].

Кроме того, СОМ дает представление о генетическом разнообразии пород, которое может быть использовано при разработке стратегий сохранения. Проект «Геномы 1000 быков» является ярким примером того, как обширный сбор геномных данных может улучшить понимание генетических вариаций у различных пород крупного рогатого скота. Секвенировав геномы 1000 быков различных пород по всему миру, исследователи выявили многочисленные генетические маркеры, которые имеют решающее значение для повышения продуктивности и здоровья скота. Этот проект способствовал разработке массивов SNP-чипов крупного рогатого скота, которые позволяют точно идентифицировать генетические маркеры, связанные с экономически важными признаками, тем самым революционизируя стратегии геномного прогнозирования и селекции в животноводстве [29]. Технология СОМ может значительно продвинуть достижения данного проекта.

Кроме того, СОМ позволяет выявлять редкие варианты, которые могут способствовать формированию сложных признаков или устойчивости к болезням – области, в которой традиционные методы секвенирования часто оказываются неэффективными [30]. Способность идентифицировать эти варианты может привести к принятию более обоснованных селекционных решений, которые улучшат общее состояние здоровья и продуктивность стада. Так, одним из ключевых преимуществ СОМ является способность обнаруживать структурные варианты и редкие аллели, которые влияют на важные признаки, такие как скорость роста, репродуктивность, молочная продуктивность, устойчивость к заболеваниям и качество мяса [31]. Например, Sedlazeck et al. (2018) продемонстрировали, что СОМ может точно идентифицировать сложные структурные вариации в геномах. Их исследование показало, что структурные вариации могут быть причиной значительного разнообразия фенотипов, что подчеркивает важность этих генетических факторов в программах селекции. Структурные варианты представляют собой основной источник генетического

разнообразия и могут оказывать глубокое влияние на фенотипические признаки. Длинные чтения SOM облегчают фазирование гаплотипов, обеспечивая более полное понимание генетической архитектуры сложных признаков [32]. Gonzalez-Recio et al. (2015) исследовали вклад редких вариантов в транскрипционных и регуляторных областях в отсутствие наследуемости сложных признаков у крупного рогатого скота. Они обнаружили, что, хотя распространенные варианты в значительной степени объясняют наследуемость, редкие варианты также играют решающую роль в проявлении признаков, особенно таких, как надой молока и устойчивость к болезням [33]. Это подчеркивает необходимость включения SOM в стратегии селекции, чтобы в полной мере учесть генетическую сложность, лежащую в основе этих признаков.

Длинные прочтения, полученные с помощью SOM, облегчают поэтапную обработку гаплотипов, обеспечивая более полное понимание генетической архитектуры сложных признаков. Minio et al. (2017) проиллюстрировали это преимущество, продемонстрировав, как фазирование гаплотипов с помощью SOM позволило получить высококачественные диплоидные геномы в виноградных лозах [32]. Эта методология может быть непосредственно применена к разведению животных, где понимание гаплотипов имеет решающее значение для выявления комбинаций аллелей, которые способствуют формированию желаемых фенотипов. Возможность же поэтапного длительного считывания позволяет селекционерам более эффективно отслеживать конкретные аллели, связанные с признаками, в разных поколениях. Например, в исследовании туберкулеза восточноазиатского крупного рогатого скота, проведенном Zhang et al. (2023), исследователи выявили более 123 898 редких штаммов *Mycobacterium tuberculosis*, которые были связаны с адаптацией к окружающей среде и устойчивостью к болезням [34]. Идентификация этих особей с помощью SOM не только позволила бы получить представление о генетической основе этих адаптивных признаков, но и способствовала бы разработке целенаправленных стратегий селекции, направленных на повышение устойчивости к таким заболеваниям, как туберкулез крупного рогатого скота.

SOM может повысить точность геномной селекции, предоставляя более подробную генетическую информацию по сравнению с методами, основанными на SNP. SOM охватывает более широкий спектр генетических вариаций, что приводит к более точному прогнозированию племенной ценности [35]. Например, Raj (2012) подчеркнул, что комплексные геномные данные, генерируемые SOM, позволяют идентифицировать как распространенные, так и редкие варианты, которые часто упускаются из виду в массивах SNP [35]. Эта возможность имеет решающее значе-

ние для повышения точности геномных прогнозов, особенно для признаков, на которые влияют множество генов и взаимодействие с окружающей средой. Кроме того, SOM способствует выявлению причинных вариантов, лежащих в основе сложных признаков, и позволяет точно картировать локусы количественных признаков (QTL) и выявлять гены-кандидаты, связанные с продуктивно важными признаками. Например, Hirakawa et al. (2021) успешно использовали SOM для проведения анализа QTL у однодомного шпината, продемонстрировав, как точное картирование может привести к выявлению основных QTL, влияющих на ключевые характеристики, такие как урожайность и устойчивость к болезням [36]. Эта методология может быть непосредственно применена к животноводству, где важно понимание генетической основы таких признаков, как скорость роста и репродуктивные характеристики. В другом исследовании Li et al. (2021) использовали одномолекулярное секвенирование транскриптов в режиме реального времени для изучения развития пыльников хлопчатника, что не только облегчило аннотирование генома, но и помогло обнаружить гены-кандидаты для восстановления фертильности [37]. Этот подход является примером того, как SOM можно использовать для выявления генов, которые играют решающую роль в репродуктивной функции – важной особенности в разведении животных.

Эта информация может быть использована для разработки стратегий селекции с помощью маркеров (MAS) [38]. Например, в программах разведения крупного рогатого скота, направленных на повышение молочной продуктивности или устойчивости к болезням, SOM может идентифицировать специфические аллели, связанные с этими признаками, которые могут быть пропущены обычными методами. Включив эту геномную информацию в систему MAS, селекционеры могут отбирать особей, которые несут полезные аллели на ранних стадиях их развития, тем самым ускоряя генетический прогресс [39]. Возможность выявлять структурные варианты с помощью SOM также повышает эффективность картирования QTL. Например, структурные варианты, выявленные в геномах домашних животных, могут дать представление о том, как эти вариации влияют на фенотипические признаки и общую приспособленность. Как было продемонстрировано в исследовании генома амаранта, проведенном Lightfoot et al. (2017), понимание хромосомных изменений с помощью картирования с высоким разрешением позволяет провести параллели с генетикой домашнего скота, где сходные эволюционные факторы могли повлиять на развитие признаков [40].

Тем самым, нерешенные проблемы в исследовании генома сельскохозяйственных животных, а также преимущества SOM перед

часто используемыми методами создают весьма широкое окно возможностей для его применения в этом направлении.

### **Заключение**

Таким образом, СОМ представляет собой революционный инструмент в геномике сельскохозяйственных животных, способный значительно улучшить понимание генетических и эпигенетических факторов, влияющих на продуктивные признаки. Применение этой технологии обещает значительные достижения в геномных исследованиях и инновации в животноводстве, способствуя созданию адаптивных высокопродуктивных пород. Однако для полного раскрытия потенциала СОМ необходимо решить технические и экономические проблемы: снизить уровень ошибок, улучшить качество образцов, уменьшить стоимость секвенирования и разработать более надежные биоинформатические инструменты.

### **Литература:**

1. Lozada-Soto E. A., Maltecca C., Lu D., Miller S., Cole J. B., Tiezzi F. Trends in genetic diversity and the effect of inbreeding in American Angus cattle under genomic selection. *Genetics Selection Evolution*, 2021, V. 53, no. 1, pp. 50. (In English) – Text direct
2. Groeneveld L., Lenstra J., Eding H., Toro M., Scherf B., Pilling D., Negrini R., Finlay E., Jianlin H., Groeneveld E. Genetic diversity in farm animals—a review. *Animal Genetics*, 2010, V. 41, pp. 6-31. (In English) – Text direct
3. Lamka G. F., Harder A. M., Sundaram M., Schwartz T. S., Christie M. R., DeWoody J. A., Willoughby J. R. Epigenetics in Ecology, Evolution, and Conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, V.10. (In English) – Text direct
4. Potapov V., Ong J. L. Examining Sources of Error in PCR by Single-Molecule Sequencing. *PloS One*, 2017, V. 12, no 1, pp. e0169774. (In English) – Text direct
5. Hook P. W., Timp W. Beyond assembly: the increasing flexibility of single-molecule sequencing technology. *Nature Reviews Genetics*, 2023, V. 24, no 9, pp. 627-641. (In English) – Text direct
6. Gupta P. K. Single-molecule DNA sequencing technologies for future genomics research. *Trends in Biotechnology*, 2008, V. 26, no. 11, pp. 602-611. (In English) – Text direct
7. Krems M., Pershin Y., Zwolak M., Di Ventra M. Effects of Dephasing on DNA Sequencing via Transverse Electronic Transport. *Bulletin of the American Physical Society*, 2009, V. 54. (In English) – Text direct
8. Ameer A., Kloosterman W. P., Hestand M. S. Single-molecule sequencing: towards clinical applications. *Trends in Biotechnology*, 2019,

V. 37, no. 1, pp. 72-85. (In English) – Text direct

9. Lipson D., Raz T., Kieu A., Jones D. R., Giladi E., Thayer E., Thompson J. F., Letovsky S., Milos P., Causey M. Quantification of the yeast transcriptome by single-molecule sequencing. *Nature Biotechnology*, 2009, V. 27, no. 7, pp. 652-658. (In English) – Text direct

10. Zillner K., Németh A. Single-molecule, genome-scale analyses of DNA modifications: exposing the epigenome with next-generation technologies. *Epigenomics*, 2012, V. 4, no 4, pp. 403-414. (In English) – Text direct

11. Chen X., Xu H., Shu X., Song C.-X. Mapping epigenetic modifications by sequencing technologies. *Cell Death & Differentiation*, 2023, pp. 1-10. (In English) – Text direct

12. Li R., Mohsin M., Lincopan N. Investigating antimicrobial Resistance with single-molecule sequencing technologies: opportunities and challenges. *Frontiers in Microbiology*, 2022, V. 13, pp. 913662. (In English) – Text direct

13. Guo F., Wang D., Wang L. Progressive approach for SNP calling and haplotype assembly using single molecular sequencing data. *Bioinformatics*, 2018, V. 34, no. 12, pp. 2012-2018. (In English) – Text direct

14. Trujillano D., Oprea G. E., Schmitz Y., Bertoli Avella A. M., Abou Jamra R., Rolfs A. A comprehensive global genotype–phenotype database for rare diseases. *Molecular Genetics & Genomic Medicine*, 2017, V. 5, no. 1, pp. 66-75. (In English) – Text direct

15. Huddleston J., Ranade S., Malig M., Antonacci F., Chaisson M., Hon L., Sudmant P. H., Graves T. A., Alkan C., Dennis M. Y. Reconstructing complex regions of genomes using long-read sequencing technology. *Genome Research*, 2014, V. 24, no. 4, pp. 688-696. (In English) – Text direct

16. Zhao X., Collins R. L., Lee W.-P., Weber A. M., Jun Y., Zhu Q., Weisburd B., Huang Y., Audano P. A., Wang H. Expectations and blind spots for structural variation detection from long-read assemblies and short-read genome sequencing technologies. *The American Journal of Human Genetics*, 2021, V. 108, no 5, pp. 919-928. (In English) – Text direct

17. De Paoli-Iseppi R., Gleeson J., Clark M. B. Isoform age-splice isoform profiling using long-read technologies. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 2021, V. 8, pp. 711733. (In English) – Text direct

18. Hestand M. S., Van Houdt J., Cristofoli F., Vermeesch J. R. Polymerase specific error rates and profiles identified by single molecule sequencing. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 2016, V. 784, pp. 39-45. (In English) – Text direct

19. Mikheenko A., Prjibelski A. D., Joglekar A., Tilgner H. U. Sequencing of individual barcoded cDNAs using Pacific Biosciences and Oxford Nanopore Technologies reveals platform-specific error patterns. *Genome Research*,

2022, V. 32, no. 4, pp. 726-737. (In English) – Text direct

20. Dyshlovoy S. A., Paigin S., Afflerbach A. K., Lobermeyer A., Werner S., Schüller U., Bokemeyer C., Schuh A. H., Bergmann L., von Amsberg G. Applications of Nanopore sequencing in precision cancer medicine. *International Journal of Cancer*, 2024. (In English) – Text direct

21. Keraite I., Becker P., Canevazzi D., Frias-López C., Dabad M., Tonda-Hernandez R., Paramonov I., Ingham M. J., Brun-Heath I., Leno J. A method for multiplexed full-length single-molecule sequencing of the human mitochondrial genome. *Nature Communications*, 2022, V. 13, no. 1, pp. 5902. (In English) – Text direct

22. Milos P. M. Emergence of single-molecule sequencing and potential for molecular diagnostic applications. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 2009, V. 9, no. 7, pp. 659-666. (In English) – Text direct

23. Damaraju N., Miller A. L., Miller D. E. Long-read DNA and RNA sequencing to streamline clinical genetic testing and reduce barriers to comprehensive genetic testing. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 2024, V. 9, no. 1, pp. 138-150. (In English) – Text direct

24. Paparini A., Gofton A., Yang R., White N., Bunce M., Ryan U. M. Comparison of Sanger and next generation sequencing performance for genotyping *Cryptosporidium* isolates at the 18S rRNA and actin loci. *Experimental Parasitology*, 2015, V. 151, pp. 21-27. (In English) – Text direct

25. Mitsuhashi S., Nakagawa S., Takahashi Ueda M., Imanishi T., Frith M. C., Mitsuhashi H. Nanopore-based single molecule sequencing of the D4Z4 array responsible for facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Scientific Reports*, 2017, V. 7, no. 1, pp. 14789. (In English) – Text direct

26. Milos P. M. Emergence of single-molecule sequencing and potential for molecular diagnostic applications. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 2009, V. 9, no. 7, pp. 659-666. (In English) – Text direct

27. Zimin A. V., Stevens K. A., Crepeau M. W., Puiu D., Wegrzyn J. L., Yorke J. A., Langley C. H., Neale D. B., Salzberg S. L. An improved assembly of the loblolly pine mega-genome using long-read single-molecule sequencing. *Gigascience*, 2017, V. 6, no. 1, pp. giw016. (In English) – Text direct

28. Bickhart D. M., Rosen B. D., Koren S., Sayre B. L., Hastie A. R., Chan S., Lee J., Lam E. T., Liachko I., Sullivan S. T. Single-molecule sequencing and conformational capture enable de novo mammalian reference genomes. *BioRxiv*, 2016, pp. 064352. (In English) – Text direct

29. Chang T., An B., Liang M., Duan X., Du L., Cai W., Zhu B., Gao X., Chen Y., Xu L., Zhang L., Gao H., Li J. PacBio Single-Molecule Long-Read Sequencing Provides New Light on the Complexity of Full-Length Transcripts in Cattle. *Frontiers in Genetics*, 2021, V. 12. (In English) – Text direct

30. Hayes B. J., Daetwyler H. D. 1000 bull genomes project to map simple and complex genetic traits in cattle: applications and outcomes. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2019, V. 7, no. 1, pp. 89-102. (In English) – Text direct

31. Luo S., Chen X., Zeng D., Tang N., Yuan D., Zhong Q., Mao A., Xu R., Yan T. The value of single-molecule real-time technology in the diagnosis of rare thalassemia variants and analysis of phenotype–genotype correlation. *Journal of Human Genetics*, 2022, V. 67, no. 4, pp. 183-195. (In English) – Text direct

32. Sedlazeck F. J., Rescheneder P., Smolka M., Fang H., Nattestad M., Von Haeseler A., Schatz M. C. Accurate detection of complex structural variations using single-molecule sequencing. *Nature Methods*, 2018, V. 15, no. 6, pp. 461-468. (In English) – Text direct

33. Minio A., Lin J., Gaut B. S., Cantu D. How single molecule real-time sequencing and haplotype phasing have enabled reference-grade diploid genome assembly of wine grapes. *Frontiers in Plant Science*, 2017, V. 8, pp. 826. (In English) – Text direct

34. Gonzalez-Recio O., Daetwyler H. D., MacLeod I. M., Pryce J. E., Bowman P. J., Hayes B. J., Goddard M. E. Rare variants in transcript and potential regulatory regions explain a small percentage of the missing heritability of complex traits in cattle. *PloS one*, 2015, V. 10, no. 12, pp. e0143945. (In English) – Text direct

35. Xia X., Zhang F., Li S., Luo X., Peng L., Dong Z., Pausch H., Leonard A. S., Crysanto D., Wang S., Tong B., Lenstra J. A., Han J., Li F., Xu T., Gu L., Jin L., Dang R., Huang Y., Lan X., Ren G., Wang Y., Gao Y., Ma Z., Cheng H., Ma Y., Chen H., Pang W., Lei C., Chen N. Structural variation and introgression from wild populations in East Asian cattle genomes confer adaptation to local environment. *Genome Biology*, 2023, V. 24, no. 1, pp. 211. (In English) – Text direct

36. Raj G. D. Improvement of Farm Animal Breeding by DNA Sequencing. *DNA Sequencing–Methods and Applications*, 2012, V. 85. (In English) – Text direct

37. Hirakawa H., Toyoda A., Itoh T., Suzuki Y., Nagano A. J., Sugiyama S., Onodera Y. A spinach genome assembly with remarkable completeness, and its use for rapid identification of candidate genes for agronomic traits. *DNA Res.*, 2021, V. 28, no. 3. (In English) – Text direct

38. Li T., Zhang X., Guo L., Qi T., Tang H., Wang H., Qiao X., Zhang M., Zhang B., Feng J. Single-molecule real-time transcript sequencing of developing cotton anthers facilitates genome annotation and fertility restoration candidate gene discovery. *Genomics*, 2021, V. 113, no. 6, pp. 4245-4253. (In English) – Text direct

39. Holland J. B. Implementation of molecular markers for quantitative

traits in breeding programs—challenges and opportunities. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*. Australia, the Regional Institute Gosford Publ., 2004, V. 26, pp. 1-13. (In English) – Text direct

40. Ramesh P., Mallikarjuna G., Sameena S., Kumar A., Gurulakshmi K., Reddy B. V., Reddy P. C. O., Sekhar A. C. Advancements in molecular marker technologies and their applications in diversity studies. *Journal of Biosciences*, 2020, V. 45, no. 1, pp. 123. (In English) – Text direct

41. Lightfoot D. J., Jarvis D. E., Ramaraj T., Lee R., Jellen E. N., Maughan P. J. Single-molecule sequencing and Hi-C-based proximity-guided assembly of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) chromosomes provide insights into genome evolution. *BMC Biology*, 2017, V. 15, no. 1, pp. 74. (In English) – Text direct

### References:

1. Lozada-Soto E. A., Maltecca C., Lu D., Miller S., Cole J. B., Tiezzi F. Trends in genetic diversity and the effect of inbreeding in American Angus cattle under genomic selection. *Genetics Selection Evolution*, 2021, V. 53, no. 1, pp. 50. (In English) – Text direct

2. Groeneveld L., Lenstra J., Eding H., Toro M., Scherf B., Pilling D., Negrini R., Finlay E., Jianlin H., Groeneveld E. Genetic diversity in farm animals—a review. *Animal Genetics*, 2010, V. 41, pp. 6-31. (In English) – Text direct

3. Lamka G. F., Harder A. M., Sundaram M., Schwartz T. S., Christie M. R., DeWoody J. A., Willoughby J. R. Epigenetics in Ecology, Evolution, and Conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022, V.10. (In English) – Text direct

4. Potapov V., Ong J. L. Examining Sources of Error in PCR by Single-Molecule Sequencing. *PloS One*, 2017, V. 12, no 1, pp. e0169774. (In English) – Text direct

5. Hook P. W., Timp W. Beyond assembly: the increasing flexibility of single-molecule sequencing technology. *Nature Reviews Genetics*, 2023, V. 24, no 9, pp. 627-641. (In English) – Text direct

6. Gupta P. K. Single-molecule DNA sequencing technologies for future genomics research. *Trends in Biotechnology*, 2008, V. 26, no. 11, pp. 602-611. (In English) – Text direct

7. Krems M., Pershin Y., Zwolak M., Di Ventura M. Effects of Dephasing on DNA Sequencing via Transverse Electronic Transport. *Bulletin of the American Physical Society*, 2009, V. 54. (In English) – Text direct

8. Ameer A., Kloosterman W. P., Hestand M. S. Single-molecule sequencing: towards clinical applications. *Trends in Biotechnology*, 2019, V. 37, no. 1, pp. 72-85. (In English) – Text direct

9. Lipson D., Raz T., Kieu A., Jones D. R., Giladi E., Thayer E., Thompson J.

F., Letovsky S., Milos P., Causey M. Quantification of the yeast transcriptome by single-molecule sequencing. *Nature Biotechnology*, 2009, V. 27, no. 7, pp. 652-658. (In English) – Text direct

10. Zillner K., Németh A. Single-molecule, genome-scale analyses of DNA modifications: exposing the epigenome with next-generation technologies. *Epigenomics*, 2012, V. 4, no 4, pp. 403-414. (In English) – Text direct

11. Chen X., Xu H., Shu X., Song C.-X. Mapping epigenetic modifications by sequencing technologies. *Cell Death & Differentiation*, 2023, pp. 1-10. (In English) – Text direct

12. Li R., Mohsin M., Lincopan N. Investigating antimicrobial Resistance with single-molecule sequencing technologies: opportunities and challenges. *Frontiers in Microbiology*, 2022, V. 13, pp. 913662. (In English) – Text direct

13. Guo F., Wang D., Wang L. Progressive approach for SNP calling and haplotype assembly using single molecular sequencing data. *Bioinformatics*, 2018, V. 34, no. 12, pp. 2012-2018. (In English) – Text direct

14. Trujillano D., Oprea G. E., Schmitz Y., Bertoli Avella A. M., Abou Jamra R., Rolfs A. A comprehensive global genotype–phenotype database for rare diseases. *Molecular Genetics & Genomic Medicine*, 2017, V. 5, no. 1, pp. 66-75. (In English) – Text direct

15. Huddleston J., Ranade S., Malig M., Antonacci F., Chaisson M., Hon L., Sudmant P. H., Graves T. A., Alkan C., Dennis M. Y. Reconstructing complex regions of genomes using long-read sequencing technology. *Genome Research*, 2014, V. 24, no. 4, pp. 688-696. (In English) – Text direct

16. Zhao X., Collins R. L., Lee W.-P., Weber A. M., Jun Y., Zhu Q., Weisburd B., Huang Y., Audano P. A., Wang H. Expectations and blind spots for structural variation detection from long-read assemblies and short-read genome sequencing technologies. *The American Journal of Human Genetics*, 2021, V. 108, no 5, pp. 919-928. (In English) – Text direct

17. De Paoli-Iseppi R., Gleeson J., Clark M. B. Isoform age-splice isoform profiling using long-read technologies. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 2021, V. 8, pp. 711733. (In English) – Text direct

18. Hestand M. S., Van Houdt J., Cristofoli F., Vermeesch J. R. Polymerase specific error rates and profiles identified by single molecule sequencing. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 2016, V. 784, pp. 39-45. (In English) – Text direct

19. Mikheenko A., Prjibelski A. D., Joglekar A., Tilgner H. U. Sequencing of individual barcoded cDNAs using Pacific Biosciences and Oxford Nanopore Technologies reveals platform-specific error patterns. *Genome Research*, 2022, V. 32, no. 4, pp. 726-737. (In English) – Text direct

20. Dyshlovoy S. A., Paigin S., Afflerbach A. K., Lobermeyer A., Werner

S., Schüller U., Bokemeyer C., Schuh A. H., Bergmann L., von Amsberg G. Applications of Nanopore sequencing in precision cancer medicine. *International Journal of Cancer*, 2024. (In English) – Text direct

21. Keraite I., Becker P., Canevazzi D., Frias-López C., Dabad M., Tonda-Hernandez R., Paramonov I., Ingham M. J., Brun-Heath I., Leno J. A method for multiplexed full-length single-molecule sequencing of the human mitochondrial genome. *Nature Communications*, 2022, V. 13, no. 1, pp. 5902. (In English) – Text direct

22. Milos P. M. Emergence of single-molecule sequencing and potential for molecular diagnostic applications. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 2009, V. 9, no. 7, pp. 659-666. (In English) – Text direct

23. Damaraju N., Miller A. L., Miller D. E. Long-read DNA and RNA sequencing to streamline clinical genetic testing and reduce barriers to comprehensive genetic testing. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 2024, V. 9, no. 1, pp. 138-150. (In English) – Text direct

24. Papparini A., Gofton A., Yang R., White N., Bunce M., Ryan U. M. Comparison of Sanger and next generation sequencing performance for genotyping *Cryptosporidium* isolates at the 18S rRNA and actin loci. *Experimental Parasitology*, 2015, V. 151, pp. 21-27. (In English) – Text direct

25. Mitsuhashi S., Nakagawa S., Takahashi Ueda M., Imanishi T., Frith M. C., Mitsuhashi H. Nanopore-based single molecule sequencing of the D4Z4 array responsible for facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Scientific Reports*, 2017, V. 7, no. 1, pp. 14789. (In English) – Text direct

26. Milos P. M. Emergence of single-molecule sequencing and potential for molecular diagnostic applications. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, 2009, V. 9, no. 7, pp. 659-666. (In English) – Text direct

27. Zimin A. V., Stevens K. A., Crepeau M. W., Puiu D., Wegrzyn J. L., Yorke J. A., Langley C. H., Neale D. B., Salzberg S. L. An improved assembly of the loblolly pine mega-genome using long-read single-molecule sequencing. *Gigascience*, 2017, V. 6, no. 1, pp. giw016. (In English) – Text direct

28. Bickhart D. M., Rosen B. D., Koren S., Sayre B. L., Hastie A. R., Chan S., Lee J., Lam E. T., Liachko I., Sullivan S. T. Single-molecule sequencing and conformational capture enable de novo mammalian reference genomes. *BioRxiv*, 2016, pp. 064352. (In English) – Text direct

29. Chang T., An B., Liang M., Duan X., Du L., Cai W., Zhu B., Gao X., Chen Y., Xu L., Zhang L., Gao H., Li J. PacBio Single-Molecule Long-Read Sequencing Provides New Light on the Complexity of Full-Length Transcripts in Cattle. *Frontiers in Genetics*, 2021, V. 12. (In English) – Text direct

30. Hayes B. J., Daetwyler H. D. 1000 bull genomes project to map simple and complex genetic traits in cattle: applications and outcomes.

*Annual Review of Animal Biosciences*, 2019, V. 7, no. 1, pp. 89-102. (In English) – Text direct

31. Luo S., Chen X., Zeng D., Tang N., Yuan D., Zhong Q., Mao A., Xu R., Yan T. The value of single-molecule real-time technology in the diagnosis of rare thalassemia variants and analysis of phenotype–genotype correlation. *Journal of Human Genetics*, 2022, V. 67, no. 4, pp. 183-195. (In English) – Text direct

32. Sedlazeck F. J., Rescheneder P., Smolka M., Fang H., Nattestad M., Von Haeseler A., Schatz M. C. Accurate detection of complex structural variations using single-molecule sequencing. *Nature Methods*, 2018, V. 15, no. 6, pp. 461-468. (In English) – Text direct

33. Minio A., Lin J., Gaut B. S., Cantu D. How single molecule real-time sequencing and haplotype phasing have enabled reference-grade diploid genome assembly of wine grapes. *Frontiers in Plant Science*, 2017, V. 8, pp. 826. (In English) – Text direct

34. Gonzalez-Recio O., Daetwyler H. D., MacLeod I. M., Pryce J. E., Bowman P. J., Hayes B. J., Goddard M. E. Rare variants in transcript and potential regulatory regions explain a small percentage of the missing heritability of complex traits in cattle. *PloS one*, 2015, V. 10, no. 12, pp. e0143945. (In English) – Text direct

35. Xia X., Zhang F., Li S., Luo X., Peng L., Dong Z., Pausch H., Leonard A. S., Crysanto D., Wang S., Tong B., Lenstra J. A., Han J., Li F., Xu T., Gu L., Jin L., Dang R., Huang Y., Lan X., Ren G., Wang Y., Gao Y., Ma Z., Cheng H., Ma Y., Chen H., Pang W., Lei C., Chen N. Structural variation and introgression from wild populations in East Asian cattle genomes confer adaptation to local environment. *Genome Biology*, 2023, V. 24, no. 1, pp. 211. (In English) – Text direct

36. Raj G. D. Improvement of Farm Animal Breeding by DNA Sequencing. *DNA Sequencing–Methods and Applications*, 2012, V. 85. (In English) – Text direct

37. Hirakawa H., Toyoda A., Itoh T., Suzuki Y., Nagano A. J., Sugiyama S., Onodera Y. A spinach genome assembly with remarkable completeness, and its use for rapid identification of candidate genes for agronomic traits. *DNA Res.*, 2021, V. 28, no. 3. (In English) – Text direct

38. Li T., Zhang X., Guo L., Qi T., Tang H., Wang H., Qiao X., Zhang M., Zhang B., Feng J. Single-molecule real-time transcript sequencing of developing cotton anthers facilitates genome annotation and fertility restoration candidate gene discovery. *Genomics*, 2021, V. 113, no. 6, pp. 4245-4253. (In English) – Text direct

39. Holland J. B. Implementation of molecular markers for quantitative traits in breeding programs—challenges and opportunities. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*. Australia, the Regional

- Institute Gosford Publ., 2004, V. 26, pp. 1-13. (In English) – Text direct
40. Ramesh P., Mallikarjuna G., Sameena S., Kumar A., Gurulakshmi K., Reddy B. V., Reddy P. C. O., Sekhar A. C. Advancements in molecular marker technologies and their applications in diversity studies. *Journal of Biosciences*, 2020, V. 45, no. 1, pp. 123. (In English) – Text direct
41. Lightfoot D. J., Jarvis D. E., Ramaraj T., Lee R., Jellen E. N., Maughan P. J. Single-molecule sequencing and Hi-C-based proximity-guided assembly of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) chromosomes provide insights into genome evolution. *BMC Biology*, 2017, V. 15, no. 1, pp. 74. (In English) – Text direct

# Single Molecule Sequencing as an Innovative Way to Study Epigenetics and Genetic Diversity of Farm Animals

Dysin Artem Pavlovich, a junior researcher  
e-mail: artemdysin@mail.ru

The All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding the Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center for Animal Husbandry – VIZh named after academician L. K. Ernst

Dement`eva Natalia Viktorovna, a leading researcher, Candidate of Sciences (Biology)  
e-mail: dementevan@mail.ru

The All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding the Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution the Federal Research Center for Animal Husbandry - VIZh named after academician L. K. Ernst

**Keywords:** single molecule sequencing, genomics of farm animals, epigenetics, genomic selection in animal breeding, economic traits of animals.

**Abstract.** The advent of single molecule sequencing (SMS) has opened a new era in genomics, providing unprecedented resolution and understanding of the genetics and epigenetics of organisms. In genomics of farm animals, SMS offers an innovative approach to understanding the complex interplay between genotype and phenotype. This review discusses the current status of SMS technology and its application to advance knowledge of genetic diversity in farm animals and epigenetic mechanisms in organisms. SMS allows detailed analysis of the genome without the need for amplification, avoiding the limitations of traditional sequencing methods. This technology provides high quality sequences even with long read lengths and minimal sample preparation requirements. Direct sequencing of native DNA or RNA molecules preserves sample integrity and allows detection of epigenetic modifications without additional steps that can lead to random errors in the study. This allows accurate reflection of the biological state of an organism and the study of dynamic changes in epigenetic modifications at different development stages or disease states, as well as in response to environmental factors. SMS also has the potential to improve genetic resource management and animal breeding by identifying desirable traits at the molecular level. This technology can elucidate genome organization, transcription dynamics and gene regulatory

mechanisms, enabling accurate tracking of genetic and epigenetic changes. The analysis of haplotypes and rare genetic variants made possible by SMS contributes to a more complete genotype-phenotype map, which is critical for understanding phenotypic diversity and developing new approaches to breeding. Thus, our review highlights the revolutionary potential of SMS to improve the current understanding of the genetic and epigenetic drivers of economic traits in animals, and underlines the prospects of this technology in redefining genomic research and driving innovation in animal breeding.

# Анализ экспрессии гена LCORL у кур русской белой породы в реперные точки роста и физиологического созревания

Ларкина Татьяна Александровна, младший научный сотрудник  
e-mail: tanya.larkina2015@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Позовникова Марина Владимировна, старший научный сотрудник  
e-mail: pozovnikova@gmail.com

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Вахрамеев Анатолий Борисович, старший научный сотрудник  
e-mail: ab\_poultry@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Федорова Зоя Леонидовна, старший научный сотрудник  
e-mail: zoya-fspb@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

**Ключевые слова:** курица, ген LCORL, рост и развитие, живая масса, экстерьер.

**Аннотация.** Изучение основополагающих механизмов экспрессии генов, участвующих в определении размеров тела, позволяет глубже понять их вклад в формирование морфологических характеристик организма на протяжении всего периода его индивидуального развития. Целью исследования была оценка транскрипционной активности гена LCORL (ligand dependent nuclear receptor corepressor-like) в тканях печени, надкостнице и двенадцатиперстной кишке кур русской белой породы в реперные точки роста (6, 10 и 16 недель). Объектом исследования являлись куры русской белой породы (РБ) биоресурсной коллекции ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких исчезающих пород кур» (г. Пушкин, Санкт-Петербург). Анализ относительной экспрессии гена LCORL проводили методом ПЦР-РВ. Исследование показало, что ген LCORL проявляет активность в тканях организма цыплят породы РБ на стадии интенсивного роста. На шестой неделе развития уровень экспрессии гена LCORL в надкостнице и 12-перстной кишке был выше, чем в печени. В печени и надкостнице наблюдалось постепенное снижение экспрессии с шестой по шестнадцатую неделю. В то же время в 12-перстной кишке экспрессия снижалась с шестой до десятой недели, а затем резко возрастала к шестнадцатой неделе ( $p < 0,05$ ). Анализ корреляционных взаимосвязей показал, что уровень экспрессии гена LCORL в 12-перстной кишке имел отрицательную связь с уровнем экспрессии в печени и надкостнице. При этом экспрессионные изменения данного гена имели однонаправленную связь в тканях печени и надкостницы ( $p < 0,05$ ). Таким образом, ген LCORL активно экспрессируется в тканях печени, надкостницы и 12-перстной кишки кур русской белой породы разных возрастов, а уровень относительной экспрессии ассоциирован с некоторыми размерно-весовыми показателями птицы, что подтверждает значимый вклад данного гена в процессы формирования статей тела птиц.

### **Введение**

LCORL – лигандзависимый ядерный рецептор, подобный корепрессору, является транскрипционным фактором и использует консервативный мотив спираль – поворот – спираль для связывания с ДНК. Активно функционирует при сперматогенезе и является одним из важнейших генов, который определяет рост и массу тела у животных [1]. У курицы (*Gallus gallus*) ген LCORL расположен на 4-й хромосоме (NC\_052535.1/ 75353941...75426494), состоит из 8 экзонов и имеет 4 изоформы мРНК. Данный локус также включает ген NCAPG. Оба гена содержат перекрывающиеся области, что повышает возможность регулируемой альтернативной экспрессии [2]. LCORL действует совместно с семейством белков CHD с хромодоменной геликазой. Семейство ДНК-

связывающих белков влияет на транскрипционную активность большого количества генов, опосредуя удаление, обмен или транслокацию нуклеосом АТФ-зависимым образом.

С. Sakaguchi с соавторами подтвердили образование комплекса CHD4-LCORL-NOL4L (ядрышковый белок) в линиях клеток человека с помощью иммунопреципитационного анализа. Чтобы исследовать функцию комплекса CHD4-LCORL-NOL4L, авторы провели транскриптомный анализ клеток, лишенных этих белков, и обнаружили общие изменения в профилях экспрессии генов этих клеток. Таким образом, авторами впервые доказан путь работы LCORL как лигандзависимого транскрипционного фактора [3]. Рядом исследований было показано, что LCORL обладает заметным плейотропным эффектом в отношении массы и размеров тела бройлеров [4], коз [5], крупного рогатого скота [6], овец [7]. К тому же выявлена значительная связь относительных уровней экспрессии LCORL с размерами тела лошадей и генотипами замены BIEC2-808543 внутри породы и при межпородном сравнении [1]. В исследованиях А.А. Kudinova с соавторами [8] была установлена ассоциация SNP rs15619223 гена LCORL с живой массой и весом яйца у кур русской белой породы.

У кур породы белый леггорн яичного направления продуктивности выявлены достоверные ассоциации гена LCORL со среднесуточными приростами живой массы с 8 по 14 неделю [9], а у кур русской белой породы – с живой массой взрослой птицы и массой яйца [10].

Реперные точки в постнатальном периоде жизни – это ключевые точки, которые определяют физическое и физиологическое развитие птиц на различных стадиях их жизни. Выделяется три периода: стартовый (5–6 недель), ювенальной линьки (8–10 недель) и полового созревания (15–16 недель). При выращивании кур-несушек немаловажно уделять внимание их правильному развитию, так как в стартовый период жизни происходит интенсивный рост, который напрямую связан с их дальнейшей яичной продуктивностью [11]. В период ювенильной линьки и начала полового созревания наблюдается значимое усложнение морфологической и функциональной организации всех органов и систем птиц [12]. Наши предыдущие исследования показали, что среднесуточные приросты у курочек и петушков царскосельской породы комбинированного направления продуктивности увеличивались вплоть до 10-недельного возраста, а к 12 неделям снижались практически в два раза, что, по-видимому, связано с гормональной перестройкой организма и половым созреванием [13].

Русская белая порода кур была создана в СССР и относится к яичному направлению продуктивности. Популяция русской белой породы кур ВНИИГРЖ была создана А.Н. Соколовой во второй половине XX века

путём отбора на резистентность к низким температурам выращивания в первые дни жизни цыплят с последующим содержанием взрослой птицы в зимний период при температуре ниже 0°C, но при сохранении яичной продуктивности на достаточно высоком уровне. Показатель яйценоскости за 7 месяцев кладки составляет  $157 \pm 0,9$  шт., масса яйца (46 недель) –  $59,5 \pm 0,2$  г [14].

Таким образом, научный интерес состоит в изучении экспрессии гена LCORL в различных тканях органов кур РБ яичного направления продуктивности в периоды активного роста и развития.

**Целью исследования** является анализ уровня относительной экспрессии гена LCORL в тканях органов у кур русской белой породы в реперные точки постнатального периода (6, 10 и 16 недель) для выявления корреляционных взаимосвязей с некоторыми весовыми и линейными показателями роста.

### **Материалы и методы**

На протяжении проведения исследования цыплята кур РБ содержались на базе биоресурсной коллекции ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких исчезающих пород кур» (г. Пушкин, Санкт-Петербург). Птица содержалась в групповых секциях по 10 голов в каждой. Рационы кормления соответствовали зоотехническим требованиям. При достижении птицей возраста 6, 10 и 16 недель отбирали условно здоровых особей в количестве трех голов для дальнейшего убоя. Предубойную голодную выдержку проводили в течение 6–8 ч. Перед убоем производили взвешивание птицы. После убоя проводили анатомическую разделку тушек и индивидуальный сбор фенотипических данных: масса печени (г), масса мышц бедра (г), масса мышц голени (г), длина бедренной кости (см), длина большеберцовой кости (ББК) (см), длина двенадцатиперстной кишки (12ПК) (см). Взвешивание частей тушки проводили на весах МК-A22-3,2 (Китай) с точностью до 0,25 г.

Для получения образцов РНК у каждой особи были отобраны образцы тканей надкостницы, 12ПК и печени, которые немедленно замораживались при  $-80^{\circ}\text{C}$  и хранились до использования. Выделение РНК проводили с использованием коммерческого набора «ЛИРА+» для выделения РНК, ДНК и белков (ООО «Биолабмикс», Россия). Ткань почки кур использовали в качестве референсного образца. В качестве эндогенного контроля использовали референсный ген домашнего хозяйства курицы RSP17 (Ribosomal protein S17). Дизайн праймеров для генов LCORL и RSP17 осуществляли при помощи базы данных NCBI с использованием программы BLAST.

Последовательность праймеров (ООО «Синтол», Москва) представлена в *таблице 1*.

Таблица 1 – Праймеры для генов LCORL и RSP17

Ген	F (прямой праймер)	RV (обратный праймер)	Длина фрагмента п.н.
LCORL	ACCAAGGCTACGAAGAGAGACC	GTGTTGGACTGGCCCTGAAT	190
RSP17	ACACCCGTCTGGGCAACGACT	CCCGCTGGATGCGCTTCATCA	129

Конвертирование РНК в кДНК проводили с использованием коммерческого набора «Обратная транскриптаза М-MuLV – RN» (ООО «Биолабмикс», Россия). Реакцию ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ) для каждого образца проводили в трех повторах с применением реагентов «БиоМастер HS-qPCR SYBR Blue(2x)» (ООО «Биолабмикс», Россия) на приборе Applied Biosystems QuantStudio 5 (Thermo Fisher Scientific Inc., США) с использованием программного обеспечения QuantStudio™ Design&Analysis software v1.5.1.

Режим амплификация кДНК и детекция сигнала были следующими:

95°C – 5 мин – 1 цикл

95°C – 15 сек

60°C – 15 сек 40 циклов

72°C – 30 сек

Расчет изменений экспрессии гена LCORL выполняли методом 2ddCt (delta delta Cycle threshold) [15]. Статистическую обработку данных проводили в GraphPad Prism 12.0 Статистическую значимость разницы исследуемых параметров между группами оценивали методом критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ и построение матриц выполняли с использованием коэффициента Спирмена.

### Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования были оценены весовые и линейные показатели роста и развития разновозрастных групп курочек РБ (таблица 2). Результаты показали, что все анализируемые показатели, за исключением показателя «длина 12ПК» значимо изменялись до достижения курочками возраста 16 недель. Согласно стандарту породы минимальная средняя живая масса взрослых кур РБ составляет 1,8 кг [16]. Наши данные показывают, что живая масса курочек в 16-недельном возрасте составила около 70% от предполагаемой массы половозрелых кур, что свидетельствует о хорошем и полноценном развитии птицы, включенной в опыт.

Печень – один из центральных органов, участвующий в метаболических процессах и поддержании гомеостаза организма кур. В связи с ее высоким функционалом даже некоторые кратковременные негативные воздействия могут приводить к нарушению ее структуры, внешнего вида и массы. В каждой возрастной группе при визуальном осмотре печени не было установлено видимых изменений цвета и/или текстуры органа. Абсолютные значения массы печени увеличивались с возрастом птицы, при этом относительная масса печени уменьшалась и составила 2,64, 2,3 и 1,8% соответственно в 6, 10 и 16 недель. В группе 16-ти недельных курочек средние значения массы печени составили  $23,33 \pm 1,50$  г, что в целом согласуется с данными авторов [17], в исследованиях которых масса печени у кур яичного кросса Хайсекс Уайт, Декалб Уайт в возрасте 16 недель варьировалась в пределах 20,5–24,4 г.

Как известно, полноценный рост и развитие цыплят во многом определяется состоянием пищеварительной системы и, в частности, длиной 12ПК, где происходит основные процессы всасывания питательных веществ, поступающих с кормом. По данным Г.А. Трифонова [18], основной рост 12ПК у кур происходит на протяжении 21 недели жизни. От вылупления до достижения возраста 150 дней у цыплят кросса «Ломанн Браун» длина 12ПК увеличивалась в 2,9 раза, при этом интенсивный рост наблюдался в период 14–90 суток жизни. По нашим данным, в период от 42 дней (6 нед.) до 112 дней (16 нед.), у кур РБ длина 12ПК увеличилась в 1,2 раза, что в целом не противоречит наблюдениям других авторов.

Таблица 2 – Фенотипические показатели курочек РБ разного возраста

Показатель	Возраст курочек, недель			p-value
	6	10	16	
	M ± m			
Живая масса, г	$383,33 \pm 6,94$	$744,00 \pm 73,76$	$1290,33 \pm 22,70$	0,021
Масса печени, г	$10,14 \pm 0,30$	$17,17 \pm 0,67$	$23,33 \pm 1,50$	0,021
Масса мышц бедра, г	$11,10 \pm 0,36$	$25,87 \pm 3,75$	$51,17 \pm 2,62$	0,021
Масса мышц голени, г	$10,33 \pm 0,64$	$22,80 \pm 3,60$	$40,33 \pm 2,13$	0,021
Длина бедренной кости, см	$4,82 \pm 0,07$	$6,93 \pm 0,22$	$8,30 \pm 0,23$	0,021
Длина большеберцовой кости, см	$6,97 \pm 0,33$	$9,77 \pm 0,35$	$11,50 \pm 0,29$	0,021
Длина двенадцатиперстной кишки, см	$16,93 \pm 1,34$	$18,00 \pm 2,25$	$20,33 \pm 1,07$	0,312
Примечание: M – среднее значение, m – ошибка среднего значения.				

На следующем этапе нашего исследования мы провели сравнительный анализ уровня относительной экспрессии гена LCORL в тканях печени, надкостницы и 12ПК у курочек разных возрастов. Результаты показали, что ген LCORL экспрессируется в период активного роста кур РБ в исследуемых тканях организма. Обращает на себя внимание, что на шестой неделе уровень экспрессии гена LCORL в надкостнице и 12ПК был выше, чем уровень экспрессии в печени. В ткани печени и надкостницы экспрессия понижалась от 6 недели к 16 неделе постепенно, в то время как в 12ПК экспрессия от 6 недели понижалась к 10-й и резко возрастала к 16 неделе (при  $p < 0,05$ ) (рисунк 1).

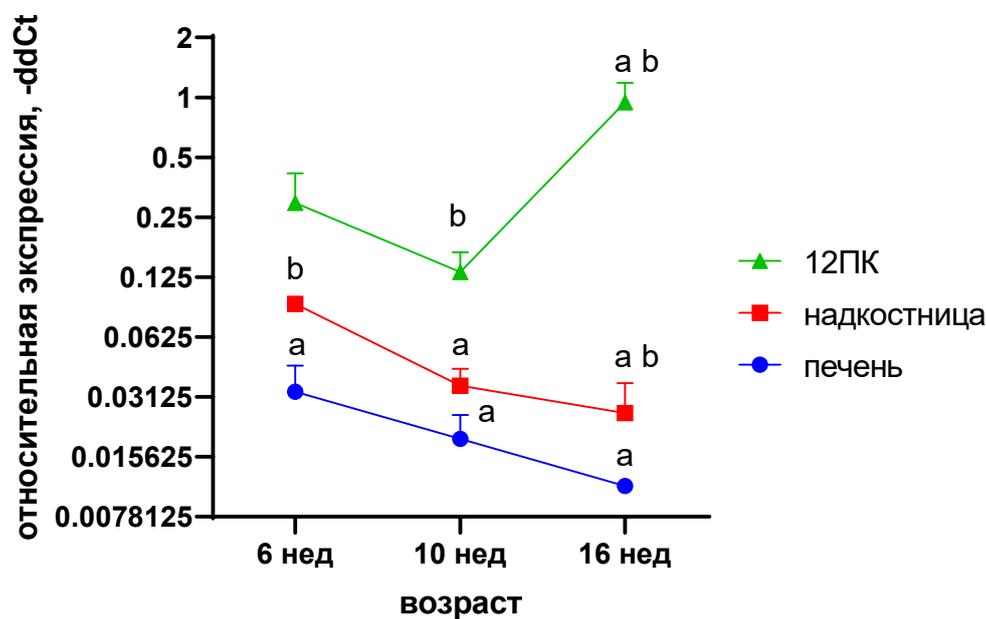


Рисунок 1 – Относительный уровень экспрессии гена LCORL в исследуемых тканях курочек РБ разных возрастов (при  $p < 0,05$ )

Сравнительный анализ уровня экспрессии гена LCORL в каждой из анализируемых тканей показал, что в печени экспрессия LCORL была достоверно ниже в 16 недель, чем в 6 и 10 недель (рисунк 2). Схожая картина экспрессионных изменений наблюдалась и в тканях надкостницы, но достоверно высокие значения были получены только для шестой недели относительно 10 и 16 недель. Для тканей 12ПК высокий уровень экспрессии LCORL был получен для 16 недели в сравнении с 6 и 10 неделями.

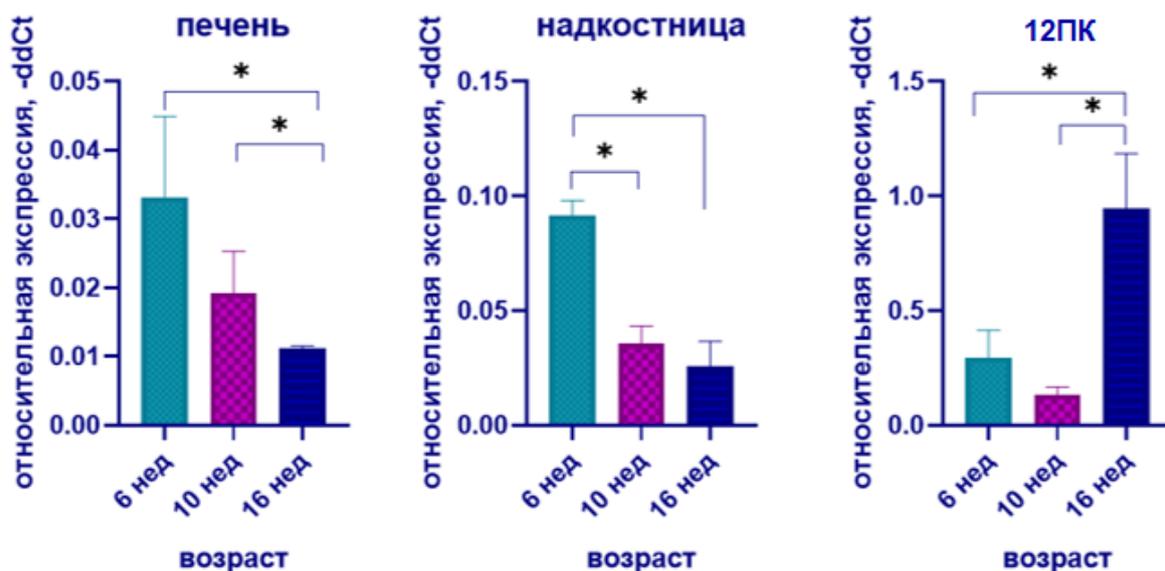


Рисунок 2 – Сравнительный анализ экспрессии гена LCORL в тканях печени, надкостницы и 12ПК у курочек РБ в разных возрастах, \*при  $p < 0,05$

Анализ корреляционных взаимосвязей показал, что уровень экспрессии гена LCORL в 12ПК имел отрицательную связь с уровнем экспрессии в печени и надкостнице. При этом экспрессионные изменения данного гена имели однонаправленную связь в тканях печени и надкостницы ( $p < 0,05$ ) (рисунок 3). Полученные нами данные показывают, что по мере роста птицы уровень экспрессии гена LCORL снижался в тканях печени и надкостницы, что в целом объясняет наблюдаемые разнонаправленные корреляционные связи между данными показателями ( $p < 0,05$ ).

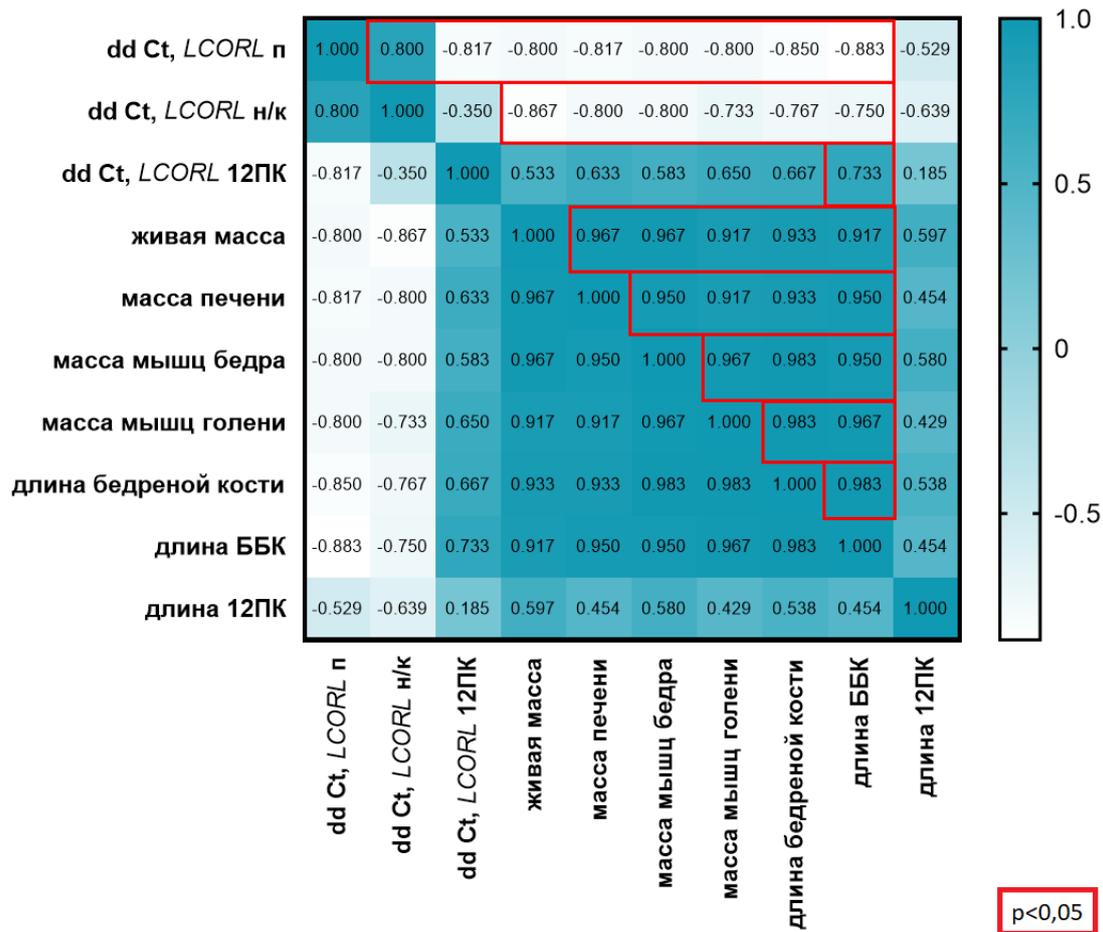


Рисунок 3 – Корреляционные связи уровня относительной экспрессии гена LCORL в исследуемых тканях с некоторыми весовыми и линейными показателями роста и развития курочек РБ

Уровень экспрессии гена LCORL в 12ПК достоверно положительно коррелировал только с показателем длины ББК ( $p < 0,05$ ).

Анализ литературных источников показал, что тканеспецифическая экспрессионная активность гена LCORL с учетом возрастных характеристик кур яичного направления продуктивности ранее не изучалась. Однако полученные нами данные согласуются с результатами исследований по млекопитающим и другим видам птиц. Так, методом ОТ-ПЦР было установлено, что LCORL высоко экспрессировался во всех одиннадцати тканях овец: сердце, печени, селезенке, легких, почках, рубце, двенадцатиперстной кишке, мышцах, жире, гипоталамусе и гипофизе. Высокие уровни мРНК ( $p < 0,05$ ) были выявлены преимущественно в селезенке, двенадцатиперстной кишке и легких, так как в данных органах приоритетны процессы, вовлеченные в формирование иммунитета и усвояемость питательных веществ, обеспечивающие рост организма [19]. У крупного рогатого скота уровень экспрессии гена NCAPG в тканях мышц, сердца, печени почки и селезенки в

эмбриональный период был достоверно выше, чем у взрослых особей [20]. Высокая транскрипционная активность гена NCAPG-LCORL была выявлена у гусей в мышечной ткани ног и груди в возрасте 10 недель – периода достижения половой зрелости [21].

Результаты настоящего исследования предоставляют новую информацию об особенностях экспрессии гена LCORL у курочек русской белой породы с учетом тканеспецифичности и стадии развития.

### **Выводы**

Впервые было выявлено, что ген LCORL экспрессируется в период активного роста (6 и 10 недель) кур русской белой породы в таких тканях, как печень, надкостница и 12ПК. Уровень экспрессии в надкостнице и 12ПК был выше, чем уровень экспрессии в печени ( $p < 0,05$ ). В тканях печени и надкостницы экспрессия понижалась от 6 к 16 неделе постепенно, в то время как в 12ПК экспрессия от 6 недели понижалась к 10 и резко возрастала к 16 неделе ( $p < 0,05$ ). Уровень экспрессии гена LCORL в 12ПК достоверно положительно коррелировал только с показателем длины ББК ( $p < 0,05$ ), а уровень экспрессии LCORL в тканях печени и надкостницы имел отрицательную достоверную корреляцию с фенотипическими характеристиками кур, а именно – живая масса, масса печени, масса мышц бедра, масса голени, длина бедра, длина ББК. Таким образом, ген LCORL является критическим транскрипционным фактором, влияющим на процессы роста в организме у птиц.

### **Благодарность**

*Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема ГЗ 124020200114-7.*

### **Литература:**

1. Metzger, J., Schrimpf, R., Philipp, U., Distl O. Expression levels of LCORL are associated with body size in horses, *PLoS One*, 2013, vol. 8(2), pp. e56497. DOI: 10.1371/journal.pone.0056497 (In English).
2. Takasuga, A., Liu, R. PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock. *Animal Science Journal*, 2016, vol. 87(2), pp. 159-167. DOI: 10.1111/asj.12417 (In English).
3. Sakaguchi, C., Ichihara, K., Nita, A., Katayama, Y., Nakayama, K.I. Sakaguchi, C. Identification and characterization of novel proteins associated with CHD4, *Genes Cells*, 2022, vol. 27(1), pp. 61-71. DOI: 10.1111/gtc.12909 (In English).
4. Liu, R., Sun, Y., Zhao, G., Wang, H., Zheng, M., Li, P., Wen, J. Identification of loci and genes for growth related traits from a genome-wide association study in a slow- $\times$  fast-growing broiler chicken cross, *Genes & Genomics*, 2015, vol. 37, pp. 829-836.

5. Saif R., Henkel J., Jagannathan V., Drögemüller C., Flury C., Leeb T., Saif R. The LCORL Locus Is Under Selection in Large-Sized Pakistani Goat Breeds *Genes*, 2020, vol. 11, pp. 168. DOI: 10.3390/genes11020168 (In English).

6. Lindholm-Perry A.K., Sexten A.K., Kuehn L.A., Smith T.P., King D.A., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., Ferrell, C.L., Jenkins, T.G., Snelling, W.M., Freetly H.C. Association, effects and validation of polymorphisms within the NCAPG - LCORL locus located on BTA6 with feed intake, gain, meat and carcass traits in beef cattle, *BMC Genet*, 2011, vol. 12. DOI: 10.1186/1471-2156-12-103 (In English).

7. Al-Mamun H.A., Kwan P. S., Clark A., Ferdosi M. H., Tellam R., Gondro C. Genome-wide association study of body weight in Australian Merino sheep reveals an orthologous region on OAR6 to human and bovine genomic regions affecting height and weight, *Genetics Selection Evolution*, 2015, vol. 47, pp. 66. DOI: 10.1186/s12711-015-0142-4 (In English).

8. Kudinov A.A., Dement'eva N.V., Mitrofanova O.V., Stanishevskaya O.I., Fedorova E. S., Larkina T.A., Mishina A.I., Plemyashov K.V., Griffin D.K., Romanov M.N. Kudinov A.A. Genome-wide association studies targeting the yield of extraembryonic fluid and production traits in Russian White chickens, *BMC Genomics*, 2019, vol. 20, pp. 270. DOI: 10.1186/s12864-019-5605-5 (In English).

9. Lyu S., Arends D., Nassar M.K., Weigend A., Weigend S., Preisinger R., Brockmann G.A. Reducing the interval of a growth QTL on chromosome 4 in laying hens, *Anim. Genet.*, 2018, vol. 49(5), pp. 467-471. DOI: 10.1111/age.12685 (In English).

10. Связь однонуклеотидного полиморфизма в гене LCORL с продуктивными признаками кур / Н.В. Дементьева, Т.А. Ларкина, О.В. Митрофанова, Е.С. Федорова, Т.Э. Позднякова // Птицеводство. – 2019. – № 5. – С. 14–17. – DOI: 10.33845/0033-3239-2019-68-5-14-17

11. Харлап С.Ю. Эффективность выращивания цыплят яичной породы «Ломанн ЛСЛ-Классик» разного происхождения / С.Ю. Харлап, О.Г. Лоретц, О.В. Горелик // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2 (156). – С. 66–71.

12. Сянова И.В. Физиологическое состояние цыплят кросса декалб уайт в зависимости от условий содержания / И.В. Сянова, Т.А. Баталова // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 2. – С. 223–231.

13. Оценка продуктивности породы кур царскосельская / А.Б. Вахрамеев, Н.В. Дементьева, З.Л. Федорова, М.В. Позовникова // Птицеводство. – 2024. – V. 1. – Pp. 5–11. – DOI: 10.33845/0033-3239-2024-73-1-0-0

14. Станишевская О.И. Генофондная популяция русских белых кур селекции ВНИИГРЖ: перспективы использования / О.И. Станишевская, Е.С. Федорова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (57). – С. 100–105. – DOI: 10.24411/2078-1318-2019-14100

15. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. *Methods*, 2001, vol. 25(4), pp. 402-408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262 (In English).

16. Породы и популяции кур, выращенных на гермоферме ГНУ ВНИИГРЖ / И.А. Паронян [и др.] // Россельхозакадемии: альбом. СПб, Пушкин: ГНУ ВНИИГРЖ. – 2014. – С. 89. – DOI: <http://vniigen.ru/wp-content/uploads/2017/04/Katalog-Kur-1.pdf>

17. Сиянова И.В. Морфобиохимические показатели крови и морфометрические параметры ткани сердца и печени молодняка яичных кур при монохроматическом и белом освещении / И.В. Сиянова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 2 (58). – С. 271–280. – DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-27

18. Трифонов Г.А. Постнатальный морфогенез двенадцатиперстной кишки кур при применении селенсодержащих препаратов / Г.А. Трифонов, К.А. Кулешов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 3 (41). – С. 33–36.

19. La Y., Zhang X., Li F., Zhang D., Li C., Mo F., Wang W. Molecular Characterization and Expression of SPP1, LAP3 and LCORL and Their Association with Growth Traits in Sheep, *Genes (Basel)*, 2019, vol. 10(8), pp. 616. DOI: 10.3390/genes10080616. (In English) –Text electronic

20. Liu Y., Duan X., Chen S., He H., Liu X. NCAPG is differentially expressed during longissimus muscle development and is associated with growth traits in Chinese Qinchuan beef cattle. *Genetics and molecular biology*, 2015. vol. 38. pp. 450-456. DOI: 10.1590/S1415-475738420140287. (In English) –Text electronic

21. Yang Y., Wang C., Chen S., Liu Y., Jia H., Wang H., He D. Identifying candidate genes and biological pathways in muscle development through multi-tissue transcriptome comparisons between male and female geese, *Sci. Rep.*, 2024, vol. 14(1), pp. 16474. DOI: 10.1038/s41598-024-67560-2. (In English) –Text electronic

## References:

1. Metzger, J., Schrimpf, R., Philipp, U., Distl O. Expression levels of LCORL are associated with body size in horses, *PLoS One*, 2013, vol. 8(2), pp. e56497. DOI: 10.1371/journal.pone.0056497. (In English) – Text electronic

2. Takasuga, A., Liu, R. PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock. *Animal Science Journal*, 2016, vol. 87(2), pp. 159-167. DOI: 10.1111/asj.12417. (In English) – Text electronic

3. Sakaguchi, C., Ichihara, K., Nita, A., Katayama, Y., Nakayama, K.I. Sakaguchi, C. Identification and characterization of novel proteins associated with CHD4, *Genes Cells*, 2022, vol. 27(1), pp. 61-71. DOI: 10.1111/gtc.12909. (In English) –Text electronic

4. Liu, R., Sun, Y., Zhao, G., Wang, H., Zheng, M., Li, P., Wen, J. Identification of loci and genes for growth related traits from a genome-wide association study in a slow-× fast-growing broiler chicken cross, *Genes & Genomics*, 2015, vol. 37, pp. 829-836. –Text direct

5. Saif R., Henkel J., Jagannathan V., Drögemüller C., Flury C., Leeb T., Saif R. The LCORL Locus Is Under Selection in Large-Sized Pakistani Goat Breeds *Genes*, 2020, vol. 11, pp. 168. DOI: 10.3390/genes11020168. (In English) –Text electronic

6. Lindholm-Perry A.K., Sexten A.K., Kuehn L.A., Smith T.P., King D.A., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., Ferrell, C.L., Jenkins, T.G., Snelling, W.M., Freetly H.C. Association, effects and validation of polymorphisms within the NCAPG - LCORL locus located on BTA6 with feed intake, gain, meat and carcass traits in beef cattle, *BMC Genet*, 2011, vol. 12. DOI: 10.1186/1471-2156-12-103. (In English) –Text electronic

7. Al-Mamun H.A., Kwan P. S., Clark A., Ferdosi M. H., Tellam R., Gondro C. Genome-wide association study of body weight in Australian Merino sheep reveals an orthologous region on OAR6 to human and bovine genomic regions affecting height and weight, *Genetics Selection Evolution*, 2015, vol. 47, pp. 66. DOI: 10.1186/s12711-015-0142-4. (In English) – Text electronic

8. Kudinov A.A., Dement'eva N.V., Mitrofanova O.V., Stanishevskaya O.I., Fedorova E. S., Larkina T.A., Mishina A.I., Plemiyashov K.V., Griffin D.K., Romanov M.N. Kudinov A.A. Genome-wide association studies targeting the yield of extraembryonic fluid and production traits in Russian White chickens, *BMC. Genomics*, 2019, vol. 20, pp. 270. DOI: 10.1186/s12864-019-5605-5. (In English) –Text electronic

9. Lyu S., Arends D., Nassar M.K., Weigend A., Weigend S., Preisinger R., Brockmann G.A. Reducing the interval of a growth QTL on chromosome 4 in laying hens, *Anim. Genet.*, 2018, vol. 49(5), pp. 467-471. DOI: 10.1111/age.12685. (In English) –Text electronic

10. Dement'eva N.V., Larkina T.A., Mitrofanova O.V., Fedorova E.S., Pozdnyakova T.E. Relationship between single nucleotide polymorphism in the LCORL gene and productive traits of chickens. *Ptitsevodstvo* [Poultry Farming], 2019, no. 5, pp.14-17. DOI: 10.33845/0033-3239-2019-68-5-14-17. (In Russian) –Text electronic

11. Kharlap Yu.S., Loretts O.G., Gorelik O.V. Efficiency of growing egg-laying Lohmann LSL-Classic chickens of different origins. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 2 (156), pp. 66-71. (In Russian) – Text direct
12. Siyanova I.V., Batalova T.A. Physiological state of Dekalb White cross chickens depending on housing conditions. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii* [International Veterinary Bulletin], 2023, no. 2, pp. 223-231. (In Russian) - Text direct
13. Vakhrameev A.B., Dement'eva N.V., Fedorova Z.L., Pozovnikova M.V. Productivity assessment of the Tsarskoye Selo chicken breed. *Ptitsevodstvo* [Poultry Farming], 2024, no. 1, pp. 5-11. DOI: 10.33845/0033-3239-2024-73-1-0-0. (In Russian) -- Text electronic
14. Stanishevskaya O.I., Fedorova E.S. Gene pool population of Russian white chickens selected by the All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Agricultural Animals: use perspectives. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University], 2019, no. 4(57), pp. 100-105. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-14100. (In Russian) - Text electronic
15. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. *Methods*, 2001, vol. 25(4), pp. 402-408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262. (In English) – Text electronic
16. Paronyan I.A., Plemyashov K.V., Segal E.L., Yurchenko O.P., Shabanova S.A., Vakhrameev A.B., Karpukhina I.V., Makarova A.V., Pervushina A.T. Breeds and populations of chickens raised on the hermetic farm of the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Poultry Breeding. *Rossel'khozakademiya. Al'bom* [Russian Agricultural Academy: Album]. St. Petersburg, 2014, pp. 89. Available at: //vniigen.ru/wp-content/uploads/2017/04/Katalog-Kur-1.pdf. (In Russian) -- Text electronic
17. Siyanova I.V. Morphobiochemical parameters of blood and morometric parameters of heart and liver tissue in young egg-laying hens under monochromatic and white lighting. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower Volga Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education], 2020, no. 2(58), pp. 271-280. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-27. (In Russian) –Text electronic
18. Trifonov G.A., Kuleshov K.A. Postnatal morphogenesis of the duodenum of chickens with the use of selenium-containing drugs. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altay State Agrarian University], 2008, no. 3 (41), pp. 33-36. (In Russian) – Text direct

19. La Y., Zhang X., Li F., Zhang D., Li C., Mo F., Wang W. Molecular Characterization and Expression of SPP1, LAP3 and LCORL and Their Association with Growth Traits in Sheep, *Genes (Basel)*, 2019, vol. 10(8), pp. 616. DOI: 10.3390/genes10080616. (In English) –Text electronic

20. Liu Y., Duan X., Chen S., He H., Liu X. NCAPG is differentially expressed during longissimus muscle development and is associated with growth traits in Chinese Qinchuan beef cattle. *Genetics and molecular biology*, 2015. vol. 38. pp. 450-456. DOI: 10.1590/S1415-475738420140287. (In English) –Text electronic

21. Yang Y., Wang C., Chen S., Liu Y., Jia H., Wang H., He D. Identifying candidate genes and biological pathways in muscle development through multi-tissue transcriptome comparisons between male and female geese, *Sci. Rep.*, 2024, vol. 14(1), pp. 16474. DOI: 10.1038/s41598-024-67560-2. (In English) –Text electronic

## Analysis of LCORL gene expression in the russian white chickens at the reference points of growth and physiological maturation

Larkina Tat'yana Aleksandrovna, junior researcher

e-mail: tanya.larkina2015@yandex.ru

All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Animal Husbandry (VNIIGRZh) – All-Russian Institute of Animal Husbandry (VIZh) named after Academician L.K. Ernst

Pozovnikova Marina Vladimirovna, senior researcher

e-mail: pozovnikova@gmail.com

All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Animal Husbandry (VNIIGRZh) – All-Russian Institute of Animal Husbandry (VIZh) named after Academician L.K. Ernst

Vakhrameev Anatoliy Borisovich, senior researcher

e-mail: ab\_poultry@mail.ru

All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Animal Husbandry (VNIIGRZh) – All-Russian Institute of Animal Husbandry (VIZh) named after Academician L.K. Ernst

Fedorova Zoya Leonidovna, senior researcher

e-mail: zoya-fspb@mail.ru

All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Animal Husbandry (VNIIGRZh) – All-Russian Institute of Animal Husbandry (VIZh) named after Academician L.K. Ernst

**Keywords:** hen, LCORL gene, growth and development, live weigh, body conformation.

**Abstract.** Studying the underlying mechanisms of gene expression involved in the body size determination allows for a deeper understanding of their contribution to the formation of morphological characteristics of an organism during the period of its individual development. The aim of the study is to evaluate the transcriptional activity of the LCORL (ligand dependent nuclear receptor corepressor-like) gene in the liver tissues, periosteum

and duodenum of the Russian White chickens at growth reference points (in the 6<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> weeks). The object of the study is the Russian White chickens from the bio resource collection of the All-Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding «Genetic Collection of Rare and Endangered Chicken Breeds» (Pushkin, St. Petersburg). The relative expression of the LCORL gene has been analyzed by using the RT-PCR method. The study has showed that the LCORL gene is active in the tissues of the Russian White chickens at the stage of intensive growth. In the sixth week of development, the level of LCORL gene expression in the periosteum and duodenum has been higher than in the liver. In the liver and periosteum the expression has being gradually decreasing from the sixth to the sixteenth week. At the same time, in the duodenum, the expression has being decreasing from the sixth to the tenth week, and then has sharply increased by the sixteenth week ( $p < 0.05$ ). Analysis of the correlation relationships has showed that the level of LCORL gene expression in the duodenum has had a negative relationship with the expression level in the liver and periosteum. At the same time, the expression changes in this gene have had a unidirectional relationship in the liver and periosteum tissues ( $p < 0.05$ ). Thus, the LCORL gene is actively expressed in the tissues of the liver, periosteum and duodenum of the Russian White chickens of different ages, and the level of relative expression is associated with some size and weight indicators of the bird, which confirms the significant contribution of this gene to the development processes in the body articles of birds.

## Влияние ввода витаминно-минеральных премиксов в рационы коров на их продуктивность и воспроизводительные функции

Островский Александр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент

e-mail: ostrovskialex@mail.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск Республика Беларусь

Букас Василий Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: agrobiz@vsavm.by

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Базылев Михаил Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: mibazylev@yandex.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Разумовский Николай Павлович, кандидат биологических наук, доцент

e-mail: Rnp52@mail.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Синцорова Анна Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: anna.sintserova@yandex.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Левкин Евгений Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: onegin17@mail.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Минаков Василий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: minakov.vgavm@bk.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Линьков Владимир Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** сухостойные коровы, премиксы, рационы, воспроизводительные функции, рациональное кормление.

**Аннотация.** Проведенными исследованиями, осуществленными в скотоводческом крупнотоварном хозяйстве ОАО «Агро-Мотоль», установлено положительное влияние применения витаминно-минеральных премиксов в рационах сухостойных коров на их воспроизводительные функции, молочную продуктивность и живую массу телят при рождении. Среднесуточный удой коров в опытной группе за период исследований был достоверно выше на 7,3% по сравнению с контрольной группой. Среднесуточный прирост телят опытной группы, подтвержденный расчетными данными, превысил показатель контрольных аналогов на 2,9%.

### **Введение**

Являясь очень важным по значению составным компонентом жизненного цикла продуктивной коровы, хотя и непродолжительным по времени, сухостойный период оказывает значительное влияние на различные адаптивные реакции организма животного, развитие плода и последующую жизнедеятельность теленка, эффективность и длительность использования животных основного стада [1, 2, 3, 5,

7, 8, 15, 17, 19, 22, 24]. Однако, еще до сих пор в крупнотоварном специализированном молочно-товарном скотоводстве существует дилемма неоднозначности подходов в кормлении животных концентратами [2, 3, 5, 10, 13, 14, 18, 23, 26–30]. Так, если еще тридцать лет назад главной основой снижения себестоимости концентратов служило использование размола зерна собственного производства, то последние десятилетия становится очевидным значительное преимущество использования в условиях молочных хозяйств адресных комбикормов при применении высокотехнологичных премиксов и БМВД [1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 20, 23, 25]. В связи с этим представленные на обсуждение материалы результатов исследований по изучению эффективности использования премиксов в рационах сухостойных коров с определением их влияния на воспроизводительные функции животных являются актуальными, затрагивающими профессиональный интерес большого количества руководителей и отраслевых специалистов крупнотоварных специализированных скотоводческих предприятий.

### **Цель и задачи исследований**

Основная цель исследований заключалась в изучении производственного влияния двух видов премиксов для сухостойных стельных коров на их воспроизводительные функции и молочную продуктивность. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: на двух группах коров изучались два вида премиксов (ПА-ЛактЭко Сухостой и ПА-ЛактЭко Транзит) в производственных условиях агропредприятия ОАО «Агро-Мотоль» Брестской области и производился анализ полученных данных и их интерпретация.

### **Материал и методы исследований**

При выполнении работы применялись экспериментальный, монографический и расчетно-конструктивный методы. Исследования были проведены в ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района на поголовье стельных сухостойных коров МТФ «Королин» в зимне-стойловый период 2021–2022 гг., имеющих молочное направление специализации породы голштино-фризская.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы две группы животных по принципу пар-аналогов. Из числа сухостойных коров в каждый из периодов опыта было отобрано по 12 голов учетных коров, аналогичных по возрасту (3 лактация), приблизительным срокам отела, молочной продуктивности за последнюю лактацию, живой массе (580–620 кг) и упитанности в начале сухостоя (3,5–4,0 балла). Параметры молочной продуктивности и другие показатели у этих коров после отела учитывали с помощью компьютерной системы идентификации животных.

Технология содержания поголовья коров была аналогичной на протяжении обоих периодов опыта: в сухостойный период – групповое,

в секциях на глубокой подстилке; новотельные – 23–25 дней в секции для новотельных коров; высокопродуктивные дойные – в стандартных секциях по 90–100 голов. Кормление животных было двухразовым в сухостойный и новотельный периоды и трехразовое в секции раздоя высокопродуктивных коров. Рацион во всех группах скармливался в виде полнорационной кормосмеси, что обеспечивало полное потребление кормов, входящих в состав рациона, исключая выборочное их поедание. Приготовление и раздача кормосмеси производилось при помощи раздатчика – смесителя ИСРК-12 «Хозяин».

Контрольная и опытная группы животных на протяжении первого периода сухостоя (в среднем 39 дней) и второго периода сухостоя (21 день) получали хозяйственные рационы кормления в соответствии с принятой на ферме технологией. Опытная группа получала дополнительно к основному рациону премиксы ПА-ЛактЭко Сухостой и ПА-ЛактЭко Транзит для первой и второй фаз сухостоя соответственно.

Премикс ПА-ЛактЭко Сухостой скармливался стельным сухостойным коровам в составе собственного комбикорма из расчета 100 г/гол./сутки. Премикс ПА-ЛактЭко Транзит скармливался стельным сухостойным коровам в составе собственного комбикорма из расчета 300 г на голову в сутки.

Изучаемые добавки представляют собой порошок серого цвета, сладковатый на вкус с карамельным запахом. В их состав входят комплекс наиболее дефицитных микроэлементов, витаминов и других биологически активных веществ.

Состав исследуемых премиксов представлен в *таблице 1*.

Таблица 1 – Состав премиксов ПА-ЛактЭко Сухостой и ПА-ЛактЭко Транзит

Показатель	Премикс ПА-ЛактЭко Сухостой	Премикс ПА-ЛактЭко Транзит
Витамин А, МЕ	500000	330000
Витамин D, МЕ	150000	110000
Витамин Е, мг/кг	5000	3300
Магний, г/кг	90	-
Марганец, мг/кг	7000	3350
Цинк, мг/кг	7000	3120
Медь, мг/кг	2100	630
Йод, мг/кг	140	42
Селен, мг/кг	80	26
Кобальт, мг/кг	30	15
Аттрактант, антиоксидант	+	+
Кетолитик, гепатопротектор	-	+

Представленные в таблице 1 данные по составу добавок показывают, что премикс ПА-ЛактЭко Сухостой предназначен для восполнения

биологически важных веществ жизнеобеспечения матери и плода в витаминах и минералах, профилактики возникновения послеродового пареза, препятствия возникновению иммуносупрессии до и после отела, минимизации риска задержания последа, улучшению регенерации секреторной функции молочной железы. Премикс ПА-ЛактЭко Транзит предназначен для нормализации течения послеродового периода, минимизации возможности развития кетоза, профилактики родильного пареза и иммуносупрессии, повышению качества и количества молозива, повышению удою и профилактике жировой дистрофии печени.

Для контроля полноценности кормления, физиологического состояния, обмена веществ проводили анализ крови коров. Пробу крови отбирали спустя 4 часа после утреннего кормления, в начале и в конце опыта.

Плотность первой порции выдоенного молозива определяли в прифермерской молочной лаборатории. Для определения плотности молозива использовали молочные ареометры типа АМ, АМТ (с делениями от 1,020 до 1,080). Определяли плотность молозива при 20 °С.

В крови коров определяли: гемоглобин, эритроциты, белок, мочевины, сахар, кальций, фосфор, а у телят 3-дневного возраста определяли концентрацию иммуноглобулинов. Влияние действия изучаемых премиксов на последующую молочную продуктивность определяли по удою в подопытных группах в течение 90 дней после отела. Цифровой материал обработан биометрически.

### **Результаты исследований**

В период сухостоя важно обеспечить полноценное минерально-витаминное питание коров для сохранения стельности, легкого отела, здоровья в будущем, высокой продуктивности и сохранения в норме воспроизводительных функций. Для решения поставленных задач были приготовлены кормосмеси, содержащие изучаемые добавки. Состав и характеристика кормосмесей, скармливаемых контрольной и опытной группам в обе фазы сухостойного периода, приведены в *таблицах 2, 3*. В первую фазу сухостойного периода в условиях хозяйства на МТФ «Королин» применялись рационы, представленные в *таблице 2*.

Таблица 2 – Рацион стельных сухостойных коров в первую фазу сухостойного периода

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	количество кормов, кг	структура рациона, %	количество кормов, кг	структура рациона, %
Комбикорм собств. производства	1,0	14,2	1,0	14,2
Сенаж злаковый	22,0	73,9	22,0	73,9
Сено тимофеечное	2,0	11,9	2,0	11,9
Премикс ПА-ЛактЭко Сухостой	-	-	0,1	-
<b>В рационах содержится:</b>				
	<b>факт</b>	<b>± к норме</b>	<b>факт</b>	<b>± к норме</b>
Обмен. энерг., МДж	105,48	-2,52	105,48	-2,52
Сухое в-во, кг	12,19	0,19	12,19	0,19
Сырой протеин, г	1465	25	1465	25
Сыр.жир, г	327	-93	327	-93
Сыр.клетчатка, г	3036	156	3036	156
Сахара, г	671	191	671	191
Кальций, г	77	5	77	5
Фосфор, г	32	-8	32	-8
Магний, г	15	-9	24	-
Калий, г	259	163	259	163
Сера, г	16	-6	16	-6
Железо, мг	1572	12	1572	12
Медь, мг	74	-46	284	238
Цинк, мг	208	-512	908	188
Марганец, мг	1119	399	1819	399
Кобальт, мг	1,2	-1,8	4,2	1,2
Йод, мг	3,3	-6,3	17,3	7,7
Каротин, мг	644	9	644	9
Вит. Д, МЕ	5400	-16500	20400	-1500
Вит. Е, мг	1560	392	2060	892
Вит.А, тыс./ МЕ	-	-	50	-
<b>Соотношение питательных веществ в рационе</b>			<b>Норма</b>	<b>В рационе</b>
Сырой протеин/сухое вещество, (%)			12,0	12,0
Сырая клетчатка/сухое вещество, (%)			24,0	24,9
Сырой жир/сухое вещество, (%)			3,5	2,7
Кальций/фосфор			1,8	2,4

Сухостойный период – это средоточие физиологических изменений в организме коровы. Недостаточно внимательное отношение к кормлению на этом этапе может привести к нарушениям обмена веществ и, как следствие, снижению репродуктивной функции, потере продуктивности и вынужденному выбытию животных уже в первые 30–

60 дней после отела. Инновационные премиксы для сухостойных коров помогают решать эти проблемы, минимизируя последствия стрессов для животного, предотвращая развитие послеотельных заболеваний. Цель кормления коров после отела и в период раздоя – выйти на высокий лактационный пик, который станет «платформой» для высокой и устойчивой лактации. При этом нельзя забывать и о профилактике заболеваний копыт и вымени, типичных для этого этапа жизни животного [6, 7, 8, 10, 17, 21, 22, 27]. При анализе кормовой базы ОАО «Агро Мотоль» установлено, что основные объемистые корма, используемые в скотоводстве (силос и сенаж), заготавливаются в достаточном количестве (степень обеспеченности на 2021–2022 гг. составила в среднем 105,0–123,0%).

Результаты исследований кормов в лаборатории подтвердили высокое качество как силоса, так и сенажа, что позволяет организовать их использование в максимальном количестве без негативного влияния на здоровье и продуктивность животных.

Из данных таблицы 2 видно, что рационы составлены по детализированным нормам с учетом 24 показателей. Рационы в достаточной степени сбалансированы по энергии, протеину и углеводам. Уровень сырого жира и кальция в рационе достаточный. В рационе коров контрольной группы выявлен дефицит по магнию, меди, цинку, йоду, витамину Д.

Минеральные вещества играют важную роль в кормлении коров. Их недостаток в рационах наносит большой ущерб молочному скотоводству из-за снижения продуктивности, ухудшения качества продукции, возникновения различных заболеваний. Минеральные вещества выполняют в основном строительную и биологическую функции и необходимы для построения костной ткани, они также входят в состав продукции. Их биологическая роль состоит в участии в биохимических процессах: регуляции осмотического давления, кислотно-щелочного равновесия, нормализации воспроизводительных способностей [2, 4, 6, 11, 13, 14, 18, 19, 24, 26, 29].

Минеральный дефицит вызывает расстройство здоровья, резкое снижение продуктивности, нарушение функции воспроизводства, сокращает продуктивное долголетие. Наряду с кальцием и фосфором структурным компонентом костной ткани является магний. Содержание его в скелете коров достигает 130–150 г, что составляет около 70% общего количества в организме. Потребность коров в магнии зависит от усвояемости его из рациона, наличия в последнем кальция и фосфора, а также уровня молочной продуктивности, физиологического состояния. Усвояемость магния из различных кормов может значительно колебаться. Так, из сочных высокобелковых кормов усваивается около 10% магния, а из зерновых или минеральных добавок – до 30–35%.

При высоком уровне кальция, фосфора, калия или азота в рационе снижается усвоение магния, и при этом могут возникнуть синдромы тетании, характеризующиеся повышенной возбудимостью животного, нервозностью, частым сокращением мышечных волокон, слюноотделением [4, 6, 11, 18, 20, 21, 22].

Рационы подопытных коров во вторую фазу сухостойного периода приведены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Рационы стельных сухостойных коров во вторую фазу сухостойного периода.

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	количество кормов, кг	структура рациона, %	количество кормов, кг	структура рациона, %
Комбикорм собств. производства	3,00	37,0	3,00	37,0
Сенаж злаковый	10,00	29,1	10,00	29,1
Силос кукурузный	14,00	33,9	14,00	33,9
Премикс ПА-ЛактЭко Транзит	-	-	0,3	-
<b>В рационах содержится:</b>				
	<b>факт</b>	<b>± к норме</b>	<b>факт</b>	<b>± к норме</b>
Обмен.энергия, МДж	101,38	-3,62	101,38	-3,62
Сухое вещество, кг	10,44	0,44	10,44	0,44
Сырой протеин, г	1359	-81	1359	-81
Сыр.жир, г	389	-11	389	-11
Сыр.клетчатка, г	2434	434	2434	434
Сахара, г	337	-263	337	-263
Кальций, г	60,2	0,2	60,2	0,2
Фосфор, г	40	0	40	0
Магний, г	18	-5	18	-5
Калий, г	179	99	179	99
Сера, г	19	-1	19	-1
Железо, мг	1870	570	1870	570
Медь, мг	55	-75	244	114
Цинк, мг	299	-301	1235	635
Марганец, мг	749	149	1754	1154
Кобальт, мг	1,0	-1,5	4,4	1,9
Йод, мг	2,9	-5,1	15,5	7,5
Каротин, мг	553	-122	553	-122
Вит. Д, МЕ	0	-22700	33000	10300
Вит. Е, мг	2112	901	3102	1891
Вит.А, тыс./МЕ	-	-	99	-
<b>Соотношение питательных веществ в рационе</b>			<b>Норма</b>	<b>В рационе</b>
Сырой протеин/сухое вещество, (%)			12,8	13,0
Сырая клетчатка/сухое вещество, (%)			20,0	23,3
Сырой жир/сухое вещество, (%)			3,7	3,7
Кальций/фосфор			1,4	1,5

Рационы в достаточной степени были обеспечены по сухому веществу, энергии, сырому протеину, кальцию, фосфору. Концентрация энергии и протеина в сухом веществе рационов соответствует норме. Во вторую фазу сухостоя крайне важно обеспечить необходимый уровень энергии и протеина в сухом веществе, чтобы добиться максимальной поедаемости кормов для предупреждения отрицательного баланса энергии в организме животных.

В то же время рационы животных контрольной группы были дефицитными по меди, цинку, кобальту, йоду, каротину, витамину Д, что накладывало свой отпечаток на характер обмена веществ, развитие плодов, воспроизводительные функции коров. Недостаток меди негативно влияет на иммунную функцию организма, что приводит к повышенной восприимчивости коров к инфекциям, особенно молочной железы и матки. Дефицит меди у коров также сопровождается нарушениями функций воспроизводства, при этом снижается выход телят, удлиняются половые циклы. При недостатке в рационах или нарушении усвоения цинка у коров нарушается выработка кератина и работа сфинктера соска вымени, в результате чего можно наблюдать выделение молока из сосков после доения. При этом увеличивается риск проникновения патогенной микрофлоры в молочную железу и возникновения мастита. При сильной недостаточности цинка наблюдают характерные признаки паракератоза: выпадение волос, преимущественно в области конечностей и на морде. Также часто наблюдается увеличение суставов и хромота. Коровы на дефицит цинка реагируют снижением потребления кормов и интенсивности образования молока. Также это проявляется снижением живой массы телят при рождении, подверженностью их ко многим заболеваниям.

В рационах коров контрольной группы отмечен существенный дефицит кобальта. Кобальт является одним из самых дефицитных микроэлементов. Как показывают результаты исследований большинства кормов Республики Беларусь, они в недостаточной степени обеспечены кобальтом [18, 22]. Анализ рационов коров во многих хозяйствах свидетельствует о недостатке в них от 70 до 80% кобальта. Потребность коров в нем невелика, но он оказывает огромное влияние на все физиологические процессы в их организме. Его недостаток для молочных коров чреват тяжелыми последствиями. Поэтому важно постоянно контролировать уровень кобальта в кормах, а также в крови и молоке, чтобы поддерживать высокую продуктивность, нормальное состояние обмена веществ, здоровья и воспроизводительных функций коров.

Кобальт активирует биосинтез нуклеиновых кислот, усвоение азота и тем самым стимулирует процессы синтеза молока у коров.

Кобальт входит в состав витамина  $B_{12}$  и поэтому задействован при кроветворении, энергетическом обмене, функциях нервной системы и печени, в качестве кофактора участвует в ферментативных реакциях (активирует аргиназу, дипептидазу, пируваткарбоксилазу, щелочную фосфатазу и др.). Он улучшает усвоение протеина, кальция и фосфора из кормов, ускоряет рост молодняка, повышает устойчивость коров и новорожденных телят к заболеваниям [6, 7, 22].

В рационе коров контрольной группы отмечен недостаток йода и селена. Йод является составным компонентом гормона тироксина, вырабатываемого щитовидной железой. Недостаток йода в рационе вызывает снижение синтеза тироксина, что в свою очередь ведет к образованию эндемического зоба, рождению слабого и нежизнеспособного потомства. Йод как микроэлемент участвует в процессах ферментообразования и диспергирования тканевых коллоидов. В стенках тонкой кишки и печени йод участвует в превращении каротина в витамин А, повышает возбудимость центральной нервной системы и активизирует половую функцию у животных. Недостаток его в организме тормозит образование тироксина, замедляет окислительные процессы, нарушает обмен веществ, снижает продуктивность взрослых животных и интенсивность роста молодняка [13, 17].

Недостаток селена снижает активность многих ферментных систем, отрицательно сказывается на интенсивности белкового обмена, дефицит сопровождается мышечной дистрофией, некрозом печени, торможением роста. Селен важен в процессах воспроизводства, и его дефицит нередко вызывает бесплодие коров.

В рационе коров контрольной группы отмечен также дефицит каротина. Недостаток каротина и витамина А нарушает многие обменные процессы и физиологические функции организма. При этом происходит ороговение эпителия кожи, дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, что сопровождается развитием хронических конъюнктивитов, бронхитов, энтеритов. У коров задерживается половой цикл, часто бывают перегулы, яловость, эмбриональная смертность, рождение слабых телят [2, 4].

Анализ рационов, скормленных животным опытных групп в обе фазы сухостойного периода, свидетельствует о лучшей обеспеченности дефицитными минеральными веществами и витаминами по сравнению с контролем. Это способствовало лучшему обеспечению рубцовой микрофлоры основными питательными элементами, активизировало обмен веществ, улучшало синтетические процессы в организме, предупреждало развитие ацидоза и кетоза, положительным образом сказывалось на воспроизводительных функциях животных.

В результате исследований установлено, что все подопытные

коровы благополучно растелились. Было установлено, что в группе коров, которым не скармливали премиксы в сухостойный период, у 42% поголовья была задержка последа более чем на 48 ч, а в опытной группе – лишь у 25%. Ветеринарная служба хозяйства отделяла последы вручную, и коров перевели в группу больных. Таким образом, применение исследуемых премиксов в обе фазы сухостойного периода снизило процент задержки последа в опытной группе более чем в 1,5 раза. Лечение больных коров антибиотиками и период ожидания продолжались в среднем 15 дней.

Исследованиями крови коров установлено, что содержание гемоглобина, эритроцитов, сахара, белка, мочевины, кальция, фосфора находилось в пределах нормы и не имело существенных различий между подопытными группами. Это свидетельствует о том, что включение в рационы коров изучаемых добавок не оказало отрицательного влияния на белковый, углеводный и минеральный обмены.

По контрольной группе коров продолжительность сервис-периода составила 114 дней, а у животных опытной группы – 103 дня, чему способствовало лучшее обеспечение рационов животных медью, цинком, марганцем, кобальтом, йодом, селеном, а также витаминами А, Д, Е. Это также обеспечивало лучшее развитие плодов у коров опытной группы. Живая масса телят при рождении в опытной группе составила в среднем 32,2 кг против 30,3 кг в контроле.

В научно-производственном опыте изучалось влияние исследуемых премиксов на плотность первой порции молозива, содержание иммуноглобулинов (IgG) в крови телят на 3 день и среднесуточный прирост телят за первые 30 дней жизни (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние исследуемых премиксов на плотность молозива, содержание иммуноглобулинов (IgG) в крови и среднесуточный прирост телят

Группа	Плотность первой порции молозива, г/см <sup>3</sup>	Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови телят на 3 день, мг/мл	Среднесуточный прирост телят за первые 30-дней, г
Контрольная	1,055 ± 0,003	10,4 ± 0,33	656 ± 19,2
Опытная	1,061 ± 0,002*	10,7 ± 0,24	675 ± 13,1*

\* Показатель достоверности при P < 0,05.

Из приведенных в таблице 4 данных видно, что плотность первых порций молозива от коров опытной группы была выше контроля на 0,006 г/см<sup>3</sup>, что и подтвердилось результатами анализа крови трехдневных телят. Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови этих телят полученных от коров опытной группы, было выше на 0,3 мг/мл. Скорость роста телят, полученных от коров опытной группы в первый месяц их жизни, достоверно отличалась. Среднесуточный прирост телят опыт-

ной группы превысил контрольных аналогов на 2,9 %.

Все телята получили первую порцию молозива в оптимальные сроки. Кормление телят от коров сравниваемых групп было одинаковым. Однако на пятый день после рождения у двух телят, полученных от коров контрольной группы, наблюдалось расстройство желудочно-кишечного тракта, а молодняк, полученный от коров опытной группы, был здоровым. Визуально также было установлено, что новотельные коровы опытной группы отличались от аналогов в контроле лучшим аппетитом, эти животные поедали корма практически без остатков, были более энергичными, жвачка у животных соответствовала требованиям (более 60 движений челюсти на 1 отрыжку). Следует также отметить, что в опытной группе лактирующих коров не было установлено субклинической формы кетоза.

Плотность первых порций молозива от коров опытной группы была выше контроля на 0,06 г/см<sup>3</sup>, что и подтвердилось результатами анализа крови трехдневных телят. Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови телят, полученных от коров опытной группы, было выше на 0,3 мг/мл. Все телята получили первую порцию молозива в оптимальные сроки.

Скорость роста телят, полученных от коров опытной группы в первый месяц их жизни, достоверно отличалась. Среднесуточный прирост живой массы телят опытной группы превысил контрольный аналог на 2,9%. Кормление телят от коров сравниваемых групп было одинаковым. Однако на 5-й день после рождения у двух телят, полученных от коров контрольной группы, наблюдалось расстройство пищеварения, а молодняк, полученный от коров опытной группы, не обнаруживал признаков желудочно-кишечных болезней.

При использовании кормовых добавок важно установить эффект их последствий.

Результаты определения удойности коров после отела в течение 90 дней свидетельствуют о том, что молочная продуктивность по группам подопытных животных имела определенные различия: в контрольной среднесуточный удой составил 31,3 кг, в опытной – 33,6 кг. Среднесуточный удой коров опытной группы за отмеченное время был выше на 7,3% ( $P < 0,05$ ).

В результате проведенных опытов экспериментально доказано, что организация нормированного, сбалансированного, полноценного и рационального кормления коров является главным фактором, определяющим как продуктивность животных, так и поддержание на должном уровне у них функций воспроизводства.

### **Заключение**

Таким образом, проведенными исследованиями показано конкретное

направление совершенствования молочно-товарного скотоводства на примере крупнотоварного агропредприятия ОАО «Агро-Мотоль» – путем использования премиксов для сухостойных стельных коров, способствующих изысканию внутренних производственных резервов получения востребованной на рынке продукции через организацию научно-обоснованного нормированного и сбалансированного полноценно-рационального кормления животных, проявившегося в улучшении функций воспроизводства животных и лучшим развитием телят раннего возраста.

### **Литература:**

1. Анализ влияния различных факторов на молочную продуктивность коров-первотелок в условиях отдельного агрокластера / М.В. Базылев [и др.] / Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 3. – С. 35–57.

2. Букас, В.В. Использование адресного комбикорма в кормлении дойных коров / В.В. Букас, Т.С. Кузнецова, Л.П. Большакова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции: в 2 т. / Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул, 2020. – Т. 2. – С. 114–116.

3. Букас, В.В. Эффективность использования кормовых дрожжей при кормлении дойных коров / В.В. Букас, Т.С. Кузнецова, Г.В. Рыжий // Повышение производства продукции животноводства на современном этапе : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедры частного животноводства, г. Витебск, 2–4 ноября 2022 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – С. 96–100.

4. Валошин, А.В. Влияние витаминно-минерального премикса на молочную продуктивность и продолжительность сервис-периода высокопродуктивных коров красно-пестрой породы / А.В. Волошин, А.В. Глазков // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 68-3. – С. 9–12.

5. Влияние различных способов содержания коров на молочную продуктивность и производство молока в условиях ОАО «Рита» Брестской области / В.Н. Куртина [и др.] // Аспекты животноводства и производства продуктов питания: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-й годовщине со дня рождения П.Е. Ладана «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники», 28–29 ноября 2018 г. – пос. Персиановский, 2018. – С. 104–109.

6. Полноценное кормление, коррекция нарушений обмена веществ и функций воспроизводства у высокопродуктивных коров: монография

/ Н.И. Гавриченко [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 251 с.

7. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров / Н.И. Гавриченко [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 251 с.

8. Дифференциальная диагностика болезней сельскохозяйственных животных: монография / А.И. Ятусевич [и др.]; Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 808 с.

9. Кавардаков, В.Я. Методические положения по совершенствованию механизма управления инновационно-технологическим развитием животноводства / В.Я. Кавардаков, И.А. Семененко // Экономика и экология территориальных образований. – 2018. – Т. 2. – № 2. – С. 54–64.

10. Казаровец, Н.В. Племенная работа, кормление и содержание высокопродуктивных молочных коров: [монография] / Н.В. Казаровец, Н.С. Яковчик, П.П. Ракецкий; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ»; под общ.ред. П.П. Ракецкого. – Минск: БГАТУ, 2016. – 564 с.

11. Крупин, Е.О. Влияние витаминно-минеральных премиксов и монопропиленгликоля на метаболические процессы у коров / О.Е. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 6. – С. 19–21.

12. Кудрин, А.Г. Селекция черно-пестрого скота на продуктивное долголетие / А. Г. Кудрин, О. Л. Соколова // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 1. – с. 18–26.

13. Николаева, Н.А. Влияние кормовых добавок из местных источников на воспроизводительные качества нетелей / Н.А. Николаева // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – Т. 64. – № 3. – С. 69–72.

14. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота / В.П. Цай [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящ. памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – с. Соленое Займище: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2021. – С. 1540–1545.

15. Оптимизация кормления коров голштинской породы в условиях роботизированного комплекса / Н.И. Морозова [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 3. – С. 47–53.

16. Повышение биоадаптивного потенциала дойного стада коров при производстве молока / М.В. Базылев [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 3. – С. 21–36.

17. Портной, А.И. Управление качеством молока при интенсификации молочного скотоводства: монография / А.И. Портной, В.А. Другакова. – Горки: БГСХА, 2017. – 310 с.

18. Разумовский, Н.П. Местные источники минерального сырья / Н.П. Разумовский, Д.Т. Соболев // Животноводство России. – 2018. – № 9. – С. 43–46.

19. Телкова, О.Л. Эффективность использования премикса «Вита Прем» в рационах крупного рогатого скота / О.Л. Телкова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2019. – Т. 46: Ветеринария. – С. 268–278.

20. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочнотоварных фермах: монография / Н.А. Попков [и др.]; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 138 с.

21. Токарев, В.С. Совершенствование технологий приготовления биологически полноценных кормов и повышение использования питательных веществ рационов при производстве говядины: монография / В.С. Токарев; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – 203 с.

22. Физиолого-биохимические и технологические аспекты кормления коров / В.К. Пестис [и др.]; Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2020. – 426 с.

23. Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях / Г.А. Симонов [и др.] // Эффективное животноводство. – 2018. – № 1. – С. 28–29.

24. Эффективность использования витаминно-минеральных премиксов в рационах сухостойных коров / А.В. Островский [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – № 2. – С. 47–67.

25. Эффективность использования концентрата кормового комплексного ККК-603К в рационах дойных коров / М.В. Базылев [и др.] // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2021. – Т. 57. Вып. 3. – С. 54–59.

26. Havekes C.D. Moisture content of high-straw dry cow diets affects intake, health, and performance of transition dairy. *Journal of Dairy Science*. 2020, vol. 103. iss. 2, pp. 1500–1515. (In English) – Text direct

27. McGrath J. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. *Research in Veterinary Science*, 2018, vol. 116, pp. 28–39. (In English) – Text direct

28. Schingoethe, D. J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2017, vol. 100, iss. 12, pp. 10143–10150. (In English) – Text direct

29. Harper M.T. Short communication: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99, iss. 8, pp. 6585–6589. (In English) – Text direct

30. Mussayeva G.K. The effect of two mineral–vitamin premixes on the blood biochemical parameters, milk yield and composition of Holstein–Friesian cows in Kazakhstan. *Archives Animal Breeding*, 2023, no. 66, pp. 391–399. (In English) – Text direct

### References:

1. Bazylev M.V. Analysis of various factors influencing milk productivity of first-calf heifers in a separate agrocluster. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 3, pp. 35-57. (In Russian) – Text direct

2. Bukas V.V., Kuznetsova T. S., Bol'shakova L.P. Use of targeted compound fodder in feeding dairy cows. *Sbornik materialov XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu»* [Proc. of the 15<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference «Agrarian Science to Agriculture»]. Barnaul, 2020, vol. 2, pp. 114-116. (In Russian) – Text direct

3. Bukas V.V., Kuznetsova T. S., Ryzhiy G.V. Efficiency of using fodder yeast in feeding dairy cows. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 95-letiyu kafedry chastnogo zhivotnovodstva, «Povyshenie proizvodstva produktsii zhivotnovodstva na sovremennom etape»* [Proc. of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 95th Anniversary of the Department of Private Livestock Breeding «Increasing the Production of Livestock Products at the Present Stage»]. Vitebsk, VGABM, 2022, pp. 96-100. (In Russian) – Text direct

4. Voloshin A.V., Glazkov A.V. Influence of vitamin-mineral premix on milk productivity and service period of highly productive red-motley cows of breed. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the Development of Science and Education], 2020, no. 68-3, pp. 9–12. (In Russian) – Text direct

5. Kurtina V.N. Effect of different methods in keeping cows on their milk productivity and milk production in OJSC Rita, Brest Region. *Aspekty zhivotnovodstva i proizvodstva produktov pitaniya: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 110-y godovshchine so dnya rozhdeniya P.E. Ladana «Aspekty zhivotnovodstva i proizvodstva produktov pitaniya»* [Aspects of Animal Husbandry and Food Production: Proc.of the Int. Scientific and Practical

Conf. Dedicated to the 110th Anniversary of the birth of P.E. Ladan «Current Directions of Innovative Development of Animal Husbandry and Modern Technologies of Food, Medicine and Technology», 2018, 2018, pp. 104-109. (In Russian) – Text direct

6. Gavrichenko N.I. *Polnotsennoe kormlenie, korrektsiya narusheniy obmena veshchestv i funktsiy vosproizvodstva u vysokoproduktivnykh korov* [Adequate feeding, correction of metabolic disorders and reproductive functions in highly productive cows]. Vitebsk, VGAVM Publ., 2019. 251 p. – Text direct

7. Gavrichenko N.I. *Veterinarnye i tekhnologicheskie aspekty povysheniya produktivnosti i sokhrannosti korov* [Veterinary and technological aspects in increasing productivity and survivability of cows]. Vitebsk, VGAVM Publ., 2019. 251 p. – Text direct

8. Yatusevich A.I. *Differentsial'naya diagnostika bolezney sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh* [Differential diagnostics of diseases of farm animals]. Krasnodar, KubSAU Publ., 2021. 808 p. – Text direct

9. Kavardakov V.Ya., Semenenko I. A. Methodological provisions for improving the mechanism for managing innovative and technological development of animal husbandry. *Ekonomika i ekologiya territorial'nykh obrazovaniy* [Economy and Ecology of Territorial Entities], 2018, vol. 2, no. 2, pp. 54–64. (In Russian) – Text direct

10. Kazarovets N.V., Yakovchik N.S., Raketskiy P.P. *Plemennaya rabota, kormlenie i sodержание vysokoproduktivnykh molochnykh korov* [Breeding Work, Feeding and Maintenance of Highly Productive Dairy Cows]. Minsk, BGATU Publ., 2016. 564 p. – Text direct

11. Krupin E.O. Shakirov Sh. K., Tagirov M. Sh. Influence of vitamin and mineral premixes and monopropylene glycol on metabolic processes in cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2018, no. 6, pp. 19-21. (In Russian) – Text direct

12. Kudrin A.G., Sokolova O.L. Selection of black-and-white cattle for productive longevity. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2019, no. 1, pp. 18-26. (In Russian) – Text direct

13. Nikolaeva N. A. Influence of feed additives from local sources on the reproductive qualities of heifers. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2021, vol. 64, no. 3, pp. 69-72. (In Russian) – Text direct

14. Tsai V.P. New protein vitamin and mineral additives in the rations of young cattle. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy pamyati akademika RAN V. P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FGBNU PAFNTS RAN «Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo Kompleksa»* [Proc. of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory

of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinskiy and the 30th Anniversary of the Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences «Scientific Support for Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex». Solenoye Zaimishche, Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2021, pp. 1540-1545. (In Russian) – Text direct

15. Morozova N. I. Optimization of feeding Holstein cows in a robotic complex. *Vestnik RGATU* [Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University], 2018, no. 3, pp. 47-53. (In Russian) – Text direct

16. Bazylev M.V. Increasing the bioadaptive potential of a milking herd during milk production. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, no. 3, pp. 21-36. (In Russian) – Text direct

17. Portnoy A.I., Drugakova V.A. *Upravlenie kachestvom moloka pri intensivifikatsii molochnogo skotovodstva* [Milk quality management during intensification of dairy cattle farming]. Gorki, BGSKhA Publ., 2017. 310 p. – Text direct

18. Razumovskiy N.P., Sobolev D.T. Local sources of mineral raw materials. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia], 2018, no. 9, pp. 43-46. (In Russian) – Text direct

19. Telkova O. L. Efficiency of using Vita Prem premix in cattle rations. *Sbornik nauchnykh trudov Sel'skoe khozyaystvo – problemy i perspektivy: Uchrezhdenie obrazovaniya «Grodzenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet»* [Proc. of the Grodno State Agrarian University «Agriculture, Its Problems and Prospects»]. Grodno, GSAU Publ., 2019, vol. 46, pp. 268-278. (In Russian) – Text direct

20. Popkov N.A. *Tekhnologicheskie rekomendatsii po organizatsii proizvodstva moloka na novykh i rekonstruirovannykh molochnotovarnykh fermakh* [Technological recommendations for organizing milk production on new and reconstructed dairy farms]. Zhodino, Republican Unitary Enterprise Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, 2018. 138 p. – Text direct

21. Tokarev V. S. *Sovershenstvovanie tekhnologiy prigotovleniya biologicheskikh polnotsennykh kormov i povyshenie ispol'zovaniya pitatel'nykh veshchestv ratsionov pri proizvodstve govyadiny* [Improved technologies for making biologically complete feeds and increased use of nutrients in diets in beef production]. Vitebsk, VGAVM Publ., 2020. 203 p. – Text direct

22. Pestis V.K. *Fiziologo-biokhimicheskie i tekhnologicheskie aspekty kormleniya korov* [Physiological, biochemical and technological aspects of feeding cows]. Grodno, Grodno State Agrarian University Publ., 2020. 426 p. – Text direct

23. Simonov G.A. Effective feeding of highly productive dairy cows at different physiological stages. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Ani-

mal Husbandry], 2018, no. 1, pp. 28-29. (In Russian) – Text direct

24. Ostrovskiy A. V. Efficiency of using vitamin and mineral premixes in rations of dry cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2024, no. 2, pp. 47-67. (In Russian) – Text direct

25. Bazylev M.V. Efficiency of using KKK-603K complex feed concentrate in rations of dairy cows. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny* [Proceedings of the Educational Institution The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine], Vitebsk, 2021, vol. 57, no. 3, pp. 54-59. (In Russian) – Text direct

26. Havekes C.D. Moisture content of high-straw dry cow diets affects intake, health, and performance of transition dairy. *Journal of Dairy Science*. 2020, vol. 103. iss. 2, pp. 1500–1515. (In English) – Text direct

27. McGrath J. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. *Research in Veterinary Science*, 2018, vol. 116, pp. 28–39. (In English) – Text direct

28. Schingoethe, D. J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2017, vol. 100, iss. 12, pp. 10143–10150. (In English) – Text direct

29. Harper M.T. Short communication: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99, iss. 8, pp. 6585–6589. (In English) – Text direct

30. Mussayeva G.K. The effect of two mineral–vitamin premixes on the blood biochemical parameters, milk yield and composition of Holstein–Friesian cows in Kazakhstan. *Archives Animal Breeding*, 2023, no. 66, pp. 391–399. (In English) – Text direct

## Influence of vitamin and mineral premixes introduced into cows' rations on their productivity and reproductive functions

Ostrovskiy Aleksandr Vasil'evich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor

e-mail: ostrovskialex@mail.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Bukas Vasiliy Valer'evich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: agrobiz@vsavm.by

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Bazylev Mikhail Vladimirovich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: mibazylev@yandex.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Razumovskiy Nikolay Pavlovich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor

e-mail: Rnp52@mail.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Sintserova Anna Mikhaylovna, Candidate of Science (Biology), Associate Professor

e-mail: anna.sintserova@yandex.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Levkin Evgeniy Anatol'evich, Candidate of Science (Agriculture), Head of the Agrobusiness Department

e-mail: onegin117@mail.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Minakov Vasiliy Nikolaevich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: minakov.vgavm@bk.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

Lin'kov Vladimir Vladimirovich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, the Republic of Belarus

**Keywords:** dry cows, premixes, rations, reproductive functions, rational feeding.

**Abstract.** The research carried out at the large-scale cattle breeding farm of OJSC Agro-motol' has established a positive effect of vitamin and mineral premixes in the rations of dry cows on their reproductive functions and the live weight of calves at birth. During the study period the average daily milk yield of cows in the experimental group has been significantly higher (by 7, 3%) compared to the control group cows. The calculated data have confirmed that the average daily weight gain of the experimental group calves exceeded the control group calves by 2,9%.

## Использование минеральных удобрений и микробиологических препаратов на пастбищных агрофитоценозах

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, заведующий отделом растениеводства  
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»

Безгодова Ирина Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
e-mail: bezgodova64@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»

Старковский Борис Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии  
e-mail: bor.2076@yandex.ru

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

Чухина Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии  
e-mail: dekanagro@molochnoe.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В.Верещагина»

**Ключевые слова:** агрофитоценозы, пастбищное использование, минеральные удобрения, микробиологические препараты, продуктивность.

**Аннотация.** В научной работе приведены результаты исследований, проведенных в 2022–2023 гг. на опытном поле Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства им. А.С. Емельянова в Вологодской области, по вопросам влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов, основой которых является грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, на продуктивные показатели многолетних трав пастбищного использования. Установлено, что продуктивность травостоев составила за первый год жизни 0,87–2,36 т/га СВ, 0,68–2,19 тыс. кормовых единиц, 8,6–25,5 ГДж обменной энергии, 0,07–0,3 т переваримого протеина, во второй год жизни – 2,55–11,03 т/га СВ, 2,0–9,04 тыс. кормовых единиц, 25,2–111,6 ГДж обменной энергии, 0,15–1,2 т переваримого протеина. Конструирование пастбищных агрофитоценозов направлено на получение максимально возможной экологически безопасной продукции, обеспечивающей положительную экономику молочного скотоводства и здоровья животных.

## **Введение**

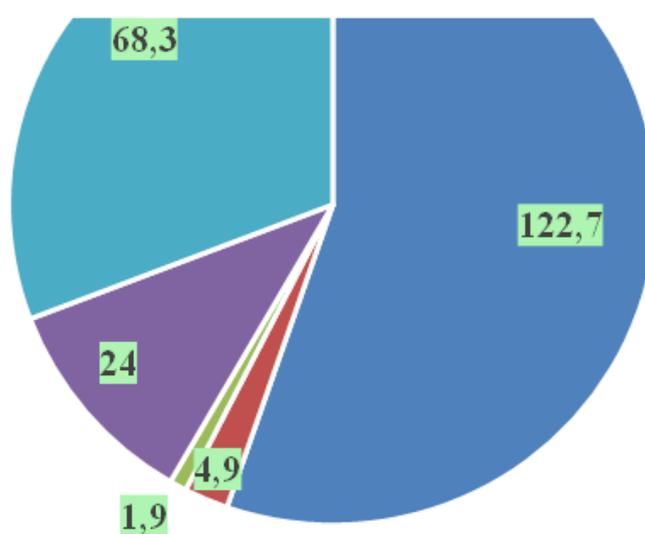
От правильной организации кормопроизводства во многом зависит будущее сельскохозяйственного производства и продовольственная безопасность страны. Отсутствие должного внимания к кормопроизводству в аграрной экономике негативно сказывается на развитии агропромышленного комплекса в целом и способствует разрушению его производственной базы – сельскохозяйственных земель. Разумеется, такого типа ситуация негативно сказывается и на животноводстве [1, 2, 3].

Удовлетворение потребностей населения и народного хозяйства в продукции животноводства остается актуальной задачей. Выращивание многолетних трав и травосмесей, отличающихся высокой урожайностью и долголетием при интенсивном использовании, которые являются основой для обеспечения кормовой базы в животноводстве, имеет первостепенное значение [4, 5].

Обеспечение наиболее подходящего типа кормления путем производства дешевых кормов в количестве, достаточном для удовлетворения потребностей скота в питании, с учетом запланированного

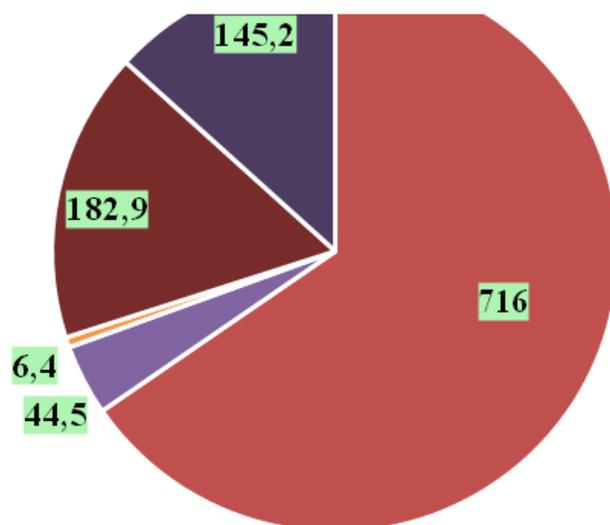
уровня продуктивности, является одним из преимуществ луговодства. Согласно исследованиям российских ученых, Северо-Запад относят к зоне луговодства с достаточно хорошими условиями для роста и развития луговых трав. Поэтому выращивание крупного рогатого скота в этом регионе должно быть ориентировано на использование травянистых кормов [6].

Пастбище – довольно значительный и разнообразный земельный ресурс, занимающий большую часть поверхности суши в мире. В Российской Федерации пастбища занимают около 30% от площади земель сельскохозяйственных угодий, в Вологодской области – примерно 13% (рисунки 1, 2) [7, 8].



**пашня ■ залежь ■ многолетние насаждения ■ сенокосы ■ пастбища**

Рисунок 1 – Распределение земель сельскохозяйственного назначения / по угодьям Российской Федерации, млн га



пашня ■ залежь ■ многолетние насаждения ■ сенокосы ■ пастбища

Рисунок 2 – Распределение земель сельскохозяйственного назначения по угодьям в Вологодской области, тыс. га

Многолетние бобовые и злаковые травы являются основой пастбищ. Эти ценные кормовые культуры, значение и распространение которых объясняется высокой продуктивностью, питательностью корма, долголетием, зимостойкостью, способностью к вегетативному возобновлению, хорошей отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Они также имеют важное экологическое значение, занимая одно из лидирующих мест среди других культур по почвозащитной роли. Они укрепляют почву благодаря хорошо развитой корневой системе, превращая ее верхний слой в пласт, который не подвержен разрушению водой или ветром [9–12].

С помощью адаптированных многолетних бобовых и злаковых трав, их смесей можно улучшить качество кормов и их разнообразие без привлечения значительных средств. Смешанные посевы могут более эффективно использовать влагу, питательные вещества почвы и солнечную энергию благодаря различному строению куста и корневой системы. Травосмеси имеют более высокую устойчивость к неблагоприятным условиям произрастания, к болезням и вредителям, а также обладают технологичностью при заготовке различных видов кормов [13, 14].

Высокие урожаи сельскохозяйственных культур требуют не только селекции растений, создания и внедрения в сельскохозяйственное производство новых высокоурожайных сортов, но и эффективного использования минеральных и органических удобрений, перспективных микробиологических препаратов и др. [15].

Микробиологические препараты давно известны, но для замены химических удобрений их эффективность была недостаточна. В растениеводстве все большее внимание уделяется инновационным разработкам, связанным с применением биопрепаратов, как перспективного пути увеличения урожайности сельскохозяйственных растений с улучшением их качества. В частности, микробиологические препараты могут заметно снизить дозы минеральных удобрений, увеличив коэффициент их использования [16, 17].

В научной работе А.В. Платонова описаны результаты исследований по влиянию биопрепаратов «Натурост» (создан на основе культуры клеток *Bacillus subtilis*), «Натурост-Актив» (*Lactobacillus buchneri*) и «Натурост-М» (*Bacillus megaterium*) на продуктивность и питательность травосмеси клевера лугового и тимофеевки луговой. Сухая биомасса укосов травосмеси при внесении биопрепаратов возрастает на 12,7–47,1% в зависимости от используемого препарата, года исследования и укоса. Под влиянием биопрепаратов улучшается и питательная ценность травосмеси, содержание кормовых единиц возрастает до 15,0%, обменной энергии – до 7,7% [18].

**Целью данных исследований** стало изучение влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность многолетних трав пастбищного использования.

По этой причине решались следующие задачи: заложен полевой опыт с многолетними травами пастбищного использования; проведены намеченные фенологические наблюдения, учеты урожайности; изучено влияние возрастающих доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность пастбищных агрофитоценозов.

Потребность увеличения производства высокопитательных кормов и поддержания удовлетворительного фитосанитарного состояния посевов средствами (микробиологическими препаратами), позволяющими получать экологически безопасную продукцию с сохранением плодородия почв, обусловила актуальность наших исследований.

Отличие наших исследований от других научных работ заключается в том, что впервые в условиях Вологодской области будут изучены пастбищные травостои с изменением их продуктивности за счет применения различных доз минеральных удобрений и микробиологических препаратов.

### **Материалы и методика исследований**

Научный опыт проводился в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, был заложен в мае 2022 года на поле СЗНИИМЛПХ –

обособленного подразделения ФГБУН ВолНЦ РАН, расположенном в Вологодском районе. Почва опытного участка осушенная, дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднеокультуренная. В опыте 14 вариантов, в трехкратной повторности. Площадь делянки 12 м<sup>2</sup>. Для создания пастбищных фитоценозов использовались фестулолиум Аллегро, тимофеевка луговая Ленинградская 204, овсяница луговая Свердловская 37, мятлик луговой Балин, клевер белый Мерлин. Данные сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений.

В опыте использовались минеральные удобрения в виде диаммофоски, аммиачной селитры, хлористого калия. На протяжении вегетационного периода осуществлялись фенологические наблюдения (определение фаз развития растений), измерялась высота травостоя. Уход за опытом – поддержание дорожек и делянок в чистом от сорняков виде.

Эксплуатация травостоя проводилась по принципу среднего загона (фаза кущения – начало выхода в трубку злаковых трав), во второй год жизни проведены 4 цикла имитации стравливания травостоя (методом скашивания). При учёте урожая отбирались образцы зеленой массы и анализировались по биохимическому составу и качеству в лаборатории химического анализа ЦКП «Северо-Западного НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства имени А.С. Емельянова» на содержание сырого протеина, жира, клетчатки. Видовой состав травостоя определялся общепринятым методом весового анализа с учетом участия сеяных видов, степени засоренности и внедрения дикорастущих видов.

Минеральные удобрения были внесены перед посевом в стартовой дозе N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. В вариантах один и пять минеральные удобрения не применялись. Во второй год жизни травостоев внесение азота проводилось согласно схеме опыта дробно (в несколько этапов) и в различных дозах (табл. 1).

В год посева на вариантах 5–8 и 13 проведена сухая инокуляция семян, а на вариантах 6, 7, 8 и 13 – модификация минеральных удобрений микробиологическим препаратом (Бисолби (Т)), основой которого является грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13. Варианты 9, 10, 11 и 14 опрыскивались жидким микробиологическим удобрением на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 (Экстрасол) в фазу начала кущения в каждом цикле использования.

Таблица 1 – Схема опыта

Культура (норма высева)	Дозы удобрений, микробиологический препарат
1. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	-
2. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) (контроль)	N90P60K90
3. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N120P60K90
4. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N150P60K90
5. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	Бисолби-Т (обработка семян препаратом)
6. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N90P60K90, Бисолби-Т
7. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N120P60K90, Бисолби-Т
8. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N150P60K90, Бисолби-Т
9. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N90P60K90, Экстрасол
10. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N120P60K90, Экстрасол
11. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2)	N150P60K90, Экстрасол
12. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N45P60K90
13. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N45P60K90, Бисолби-Т
14. Фестулолиум (6) + овсяница луговая (12) + тимOFFеевка луговая (8) + мятлик луговой (2) + клевер ползучий (4)	N45P60K90, Экстрасол

Метеорологические условия периода вегетации сопровождались неустойчивостью погоды. Май 2022 года характеризовался избытком выпавших осадков и недостаточной теплообеспеченностью (ночные температуры были около 0 °С). С третьей декады июня отмечен повышенный температурный режим с отсутствием осадков. В июле наблюдалось превышение нормы осадков с невысокими ночными температурами. Август отличался минимальным количеством выпавших атмосферных осадков с повышенным температурным режимом (температуры превышали +30 °С). Во второй и третьей декадах

апреля при формировании биомассы для 1-го цикла 2023 года дневные температуры поднимались выше +10 °С с небольшим количеством выпавших осадков. Май – достаточная теплообеспеченность и редкие осадки. Июнь имел недостаток осадков и невысокие ночные температуры. Дневная температура второй декады июля не превышала +20 °С. Две первые декады августа были жаркими (температуры превышали 30 °С) с небольшим количеством выпавших осадков, а низкие ночные температуры характеризовали третью декаду августа.

**Результаты исследований**

На формирование урожайности во второй год жизни исследуемых травосмесей большое влияние оказали погодные условия, применение удобрений и микробиологических препаратов, что заметно по колебаниям урожайности (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность пастбищных агрофитоценозов за два года жизни

Вариант	В 1-й год жизни, т/га		Во 2-й год жизни, т/га	
	зеленая масса	сухое вещество	зеленая масса	сухое вещество
1. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик (без удобрений)	2,61	0,87	9,8	2,55
2. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик (контроль), N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,22	0,95	43,86	9,16
3. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,36	1,00	47,34	9,99
4. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,39	0,98	50,78	10,27
5. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, Бисолби-Т	3,19	0,92	11,69	3,1
6. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	3,42	0,97	46,86	9,88
7. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	3,47	1,11	49,94	10,69
8. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	3,47	1,08	53,33	11,03
9. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	3,33	1,06	45,39	9,98
10. Фестулолиум + овсяница + тимopheевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	3,44	1,22	48,37	10,67

11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	3,56	1,13	51,67	10,32
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	9,11	2,16	44,03	9,63
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	9,89	2,36	44,84	9,67
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	9,39	1,82	44,14	9,13
НСР <sub>05</sub>		0,4 т/га		0,7 т/га

По урожайности все злаковые травостои на минеральном фоне в первый год жизни были на уровне контроля. Бобово-злаковые травосмеси обеспечили существенную прибавку, урожайность составила 1,82–2,36 т/га СВ.

Урожайность злаковых травостоев за сезон 2023 года с применением удобрений составила 9,16–10,27 т СВ, с внесением удобрений и обработкой их микробиологическим препаратом (Бисолби (Т)), основой которого является грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, варьировала от 9,88 до 11,03 т СВ, с использованием удобрений и поливом Экстрасолом – 9,98–10,67 т СВ. Урожайность бобово-злаковых травостоев достоверно не отличалась от показателя контрольного варианта и находилась в пределах 9,13–9,67 т/га.

Существенную роль в пастбищных агрофитоценозах играет более или менее схожая величина урожайности по циклам стравливания, это нужно для обеспечения стабильного поступления необходимого объема пастбищных кормов (рисунок 3).

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

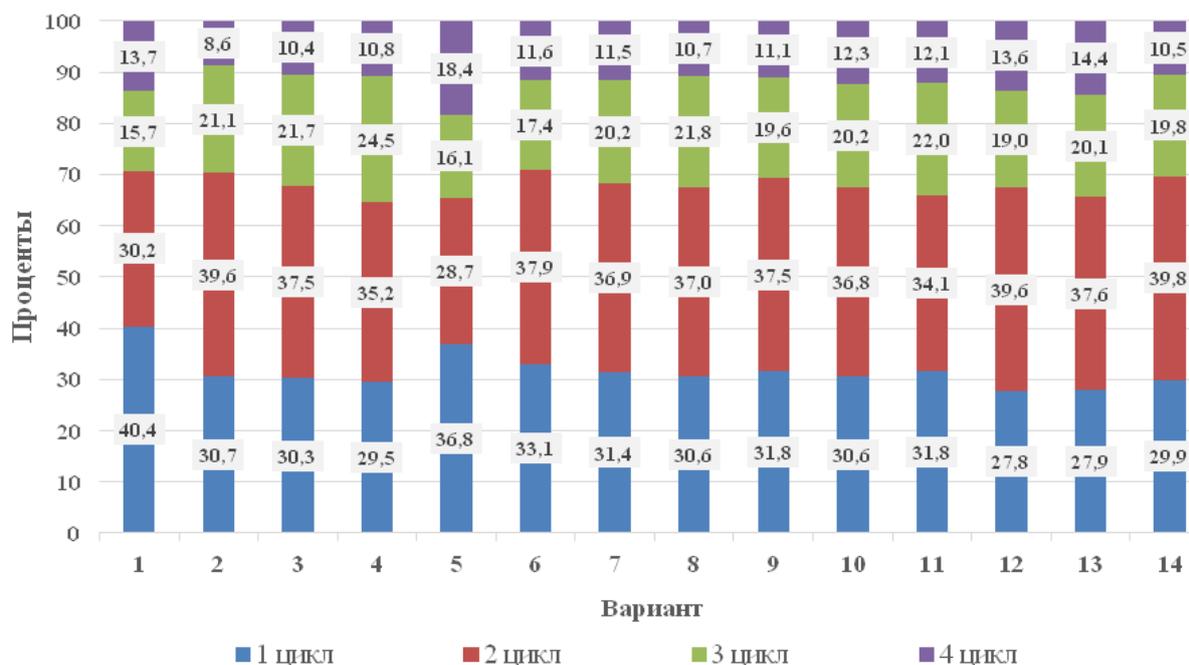


Рисунок 3 – Распределение урожайности по циклам использования за сезон 2023 года, % СВ

Данные рисунка 3 показывают, что злаковые и бобово-злаковые травостои формируют наибольшую биомассу в первом и втором циклах сраживания, в последующих циклах ее доля снижается.

Рассмотрим продуктивные показатели многолетних трав пастбищного использования за два года их жизни (таблица 3).

Таблица 3 – Продуктивность пастбищных агрофитоценозов за два года жизни

Вариант	Выход с 1 га за 2022 г.			Выход с 1 га за 2023 г.		
	кормовые единицы, тыс.	обменная энергия, ГДж	переваримый протеин, т	кормовые единицы, тыс.	обменная энергия, ГДж	переваримый протеин, т
1.	0,68	8,6	0,08	2,0	25,2	0,15
2.	0,76	9,5	0,09	7,51	92,7	0,96
3.	0,77	9,8	0,07	7,93	99,4	1,02
4.	0,76	9,7	0,09	8,4	103,8	1,06
5.	0,72	9,1	0,08	2,41	30,5	0,19
6.	0,79	9,8	0,09	8,0	99,4	0,9
7.	0,92	11,3	0,10	8,86	108,8	1,06
8.	0,88	10,9	0,09	9,04	111,6	1,2
9.	0,89	10,9	0,07	8,14	100,7	0,95
10.	0,98	12,3	0,10	8,71	107,8	1,01
11.	0,91	11,4	0,08	8,55	105	1,12
12.	1,89	22,6	0,23	8,3	99,9	1,03
13.	2,19	25,5	0,30	8,22	99,7	0,9
14.	1,67	19,5	0,22	8,04	95,7	0,93

По продуктивным показателям в 2022 году были незначительные отличия с контрольным вариантом практически у всех злаковых. Бобово-злаковые травосмеси превосходили контроль по продуктивным показателям чуть больше, чем в два раза.

По продуктивным показателям в 2023 году контроль (2 вариант) превосходил варианты 1 (злаковые травостои из фестулолиума, овсяницы, тимофеевки и мятлика лугового без внесения удобрений) и 5 (при обработке семян Бисолби-Т). Продуктивность злаковых травостоев за сезон при внесении удобрений составила 7,51–8,4 тыс. к.ед, 92,7–103,8 ГДж обменной энергии и 0,96–1,06 т переваримого протеина. Применение удобрений и обработка их микробиологическим препаратом Бисолби-Т увеличили продуктивные показатели на злаковых травостоях до 8,0–9,04 тыс. кормовых единиц, переваримого протеина – 0,9–1,2 т, обменной энергии – 99,4–111,6 ГДж. Продуктивность на злаковых травостоях при внесении удобрения и поливе Экстрасолом была 8,14–8,71 тыс. к.ед., переваримого протеина – 0,95–1,12 т, обменной энергии – 100,7–107,8 ГДж.

Небольшие отличия по продуктивным показателям с контрольным вариантом были у бобово-злаковых травостоев: по содержанию кормовых единиц – 8,04–8,3 тыс., обменной энергии – 95,7–99,9 ГДж, переваримого протеина – 0,90–1,03 т.

Полученные результаты показывают, что содержание питательных веществ варьируется в зависимости от ботанического состава травосмеси и внесения удобрений (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание протеина и обменной энергии за 2022–2023 гг.

Вариант	2022		2023	
	сырой протеин, %	обменная энергия, МДж	сырой протеин, %	обменная энергия, МДж
1. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (без удобрений)	13,7	9,8	10,3	9,8
2. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик (контроль), N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	14,1	10,0	14,8	10,0
3. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	11,9	9,9	14,6	9,9
4. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	13,5	9,8	15,0	10,0

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

5. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, Бисолби-Т	12,8	9,9	10,6	9,8
6. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	14,1	10,1	13,9	10,0
7. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	13,7	10,2	14,5	10,1
8. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	12,8	10,1	15,9	10,1
9. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	10,6	10,3	13,8	10,0
10. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	12,4	10,0	13,9	10,0
11. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик, N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	11,4	10,1	15,5	10,1
12. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	15,5	10,5	15,8	10,4
13. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Бисолби-Т	18,0	10,8	14,5	10,3
14. Фестулолиум + овсяница + тимофеевка + мятлик + клевер ползучий, N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> , Экстрасол	17,1	10,7	15,4	10,5

Агрофитоценозы пастбищного использования обеспечили получение корма с показателями, соответствующими зоотехническим требованиям. В 2022 году у злаковых травостоев содержание сырого протеина составило от 10,6 до 14,1%, обменной энергии – от 9,82 до 10,3 МДж. У бобово-злаковых значение сырого протеина было на уровне 15,5–18%, обменной энергии – 10,5–10,8 МДж. В среднем за сезон 2023 года у злаковых агрофитоценозов содержание сырого протеина варьировалось в пределах от 10,3 до 15,9% и обменной энергии составляло 9,8–10,1 МДж, а у бобово-злаковых – 14,5–15,8% и 10,3–10,5 МДж соответственно.

### Выводы

Для результативного развития мясного и молочного животноводства в Вологодской области следует увеличить роль культурных пастбищ

в качестве традиционного способа кормления КРС в летний период. Конструирование и использование пастбищных фитоценозов направлено на получение максимально возможной экологически безопасной продукции, обеспечивающей положительную экономику молочного скотоводства и здоровья животных.

В рамках проведенных двухлетних исследований изучено влияние минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивные показатели многолетних трав пастбищного использования. Продуктивность травостоев составила за первый год жизни 0,87–2,36 т/га СВ, 0,68–2,19 тыс. кормовых единиц, 8,6–25,5 ГДж обменной энергии, 0,07–0,3 т переваримого протеина, во второй год жизни – 2,55–11,03 т/га СВ, 2–9,04 тыс кормовых единиц, 25,2–111,6 ГДж обменной энергии, 0,15–1,2 т переваримого протеина.

*Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по теме № FMGZ-2022-0003.*

### **Литература:**

1. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – М.: РАН, 2018. – 132 с.

2. Вахрушева, В.В. Продуктивность и питательность капусты кормовой «Мозговая зеленая вологодская» в условиях Вологодской области / В.В. Вахрушева, Е.Н. Прядильщикова, О.О. Чернышева // АгроЗооТехника. – 2023. – Т. 6. – № 3. – DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.4

3. 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

4. Прядильщикова, Е.Н. Многолетние травы пастбищного использования для адаптивного кормопроизводства Вологодской области / Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, О.О. Чернышева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. – № 4. – DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.1

5. Брыкина, И.Г. Повышение продуктивности многолетних трав на пойменных землях / И.Г. Брыкина // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник VIII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2023 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 13–16.

6. Донских, Н.А. Основные направления развития лугового кормопроизводства на Северо-Западе Российской Федерации / Н.А. Донских, А.Б. Никулин // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов международной научно-

практической конференции «Научное обеспечение развития сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере». Часть I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. – С. 52–55.

7. Доклад о состоянии и использовании земель Вологодской области в 2022 году.

8. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году.

9. Прядильщикова, Е.Н. Создание пастбищных агрофитоценозов для адаптивного кормопроизводства Северо-Запада Российской Федерации / Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, Б.Н. Старковский // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. – № 4(48). – С. 65–80. – DOI: 10.52231/2225-4269\_2021\_-3\_65

10. Борисова, Е.Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2015. – № 8(51). – С. 12-19.

11. Panakhyd H., Konyk H., Kotyash U., Yaremchuk I. The impact of natural factors and the interaction of anthropogenic resources on the productivity and energy potential of grasslands. *Journal of Central European Agriculture*, 2022, 23(2), pp. 391-402. (In English) – Text direct

12. Касаткина, Н.И. Продуктивность и питательная ценность многолетних злаковых трав в Среднем Предуралье / Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25. – № 2. – С. 227-235. – DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.2.227-235

13. Ишакаева, М.К. Многолетние травы для создания многолетних агроценозов Северного Прикаспия / М.К. Ишакаева, В.А. Шляхов // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности – 2023: материалы форума. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», 2023. – С. 179–181.

14. Образцов, В.Н. Фестулолиум в травосмесях с бобовыми травами / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, С.В. Кадыров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3(70). – С. 70–76. – DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_\_3\_70

15. Осипов, А.И. Влияние агрохимикатов на урожай и качество выращиваемых культур / А.И. Осипов // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов. Часть 2. – Минск: Белорусская наука, 2021. – С. 408–418.

16. Прыгунова, М.С. Применение микробиологических препаратов в агропромышленном комплексе / М.С. Прыгунова // Школа молодых ученых: материалы областного профильного семинара по проблемам

естественных наук. Липецк: Липецкий государственный педагогический университет, 2022. – С. 198–200.

17. Демидов, Н.С. Влияние ризоторфина на урожайность зеленой массы бобовых трав в условиях Вологодской области / Н.С. Демидов, О.В. Чухина, А.И. Демидова, В.В. Суров // Сельское и лесное хозяйство: инновационные направления развития: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2021. – С. 47-51.

18. Платонов, А.В. Продуктивность и питательная ценность кормовых трав при использовании биопрепаратов / А.В. Платонов // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы IV научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию СЗНИИМЛПХ: в 2-х частях. Часть I. – Вологда; Молочное: Вологодский научный центр Российской академии наук, 2021. – С. 258–263.

### References:

1. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Rational'noe prirodoopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaystve Rossii* [Rational Nature Management and Feed Production in Agriculture of Russia]. Moscow, RAN Pub., 2018. 132 p. (In Russian) – Text direct

2. Vakhrusheva V. V., Pryadil`shchikova E. N., Chernysheva O.O. Productivity and nutritional value of cow cabbage «Mozgovaya Zelenaya Vologodskaya» under the conditions of the Vologda Region. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2023, V. 6, no. 3. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15838/alt.2023.6.3.4.

3. Demidova. A. I., Chukhina O. V., Biryukov A. L., et al. The rational structure of acreage and the plant nutrition as the basis of agro-enterprise feed production. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 4(52), pp. 40-53. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52231/2225-4269\_2023\_4\_40.

4. Pryadil`shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Chernysheva O. O. Perennial grasses of pasture use for adaptive feed production in the Vologda Region. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2022, V. 5, no. 4. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2022.5.4.1.

5. Brykina I. G. Increasing the productivity of perennial grasses on flooded plain. *Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii sel'skikh territoriy: Sbornik VIII Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 20 dekabrya 2023 goda* [The Role of Agricultural Science in the Sustainable Development of Rural Areas: Proceedings of the VIII All-Russian (National) Scientific Conference with International Participation]. Novosibirsk, ITS NGAU «Zolotoy Kolos» Publ.,

2023, pp. 13-16. (In Russian) – Text direct

6. Donskikh N. A., Nikulin A. B. The main directions of development of meadow fodder production in the North-West of the Russian Federation. *Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya: Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchnoe obespechenie razvitiya sel'skogo khozyaystva i snizhenie tekhnologicheskikh riskov v prodovol'stvennoy sfere» Chast' I.* [Scientific Support for the Development of Agro-Industrial Complex in the Context of Import Substitution: Collection of Scientific Papers of the International Research-to-Practice Conference «Scientific Support for Agricultural Development and Reduction of Technological Risks in the Food Sector» Part I.]. St. Petersburg, St. Petersburg State Agrarian University Publ., 2017, pp. 52-55. (In Russian) – Text direct

7. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Vologodskoy oblasti v 2022 godu.* [Report on the State and Use of the Vologda Region Lands in 2022]. (In Russian) – Text direct

8. *Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2022 godu.* [National Report on the State and Use of Land in the Russian Federation in 2022]. (In Russian) – Text direct

9. Pryadil'shchikova E. N., Vakhrusheva V. V., Starkovskiy B. N. Creation of Pasture Agrophytocenoses for Adaptive Feed Production in the North-West of the Russian Federation. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2022, no. 4(48), pp. 65-80. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_3\_65

10. Borisova E. E. The role of perennial grasses in crop rotations. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of the NGIEI], 2015, no. 8(51), pp. 12-19. (In Russian) – Text direct

11. Panakhyd H., Konyk H., Kotyash U., Yaremchuk I. The impact of natural factors and the interaction of anthropogenic resources on the productivity and energy potential of grasslands. *Journal of Central European Agriculture*, 2022, 23(2), pp. 391-402. (In English) – Text direct

12. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Productivity and nutritional value of perennial grasses in the Middle Sic-Ural region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], 2024, V. 25, no. 2, pp. 227-235. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.30766/2072-9081.2024.25.2.227-235.

13. Ishakaeva M. K., Shlyakhov V. A. Perennial Grasses for the creation of perennial agrocenoses of the Northern Caspian Sea region. *Prikaspiyskiy mezhdunarodnyy molodezhnyy nauchnyy forum agropromtekhnologii i prodovol'stvennoy bezopasnosti 2023: Materialy forum* [International Youth Scientific Forum of Agro-Industrial Technologies and Food Safety

2023 in Caspian Sea Region: Proceedings of the Forum]. Astrakhan, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev Publ.], 2023, pp. 179-181. (In Russian) – Text direct

14. Obratsov V. N., Shchedrina D. I., Kadyrov S. V. Festulolium in grass mixtures with legumes. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University], 2021, V. 14, no. 3(70), pp. 70-76. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.53914/issn2071-2243\_2021\_3\_70.

15. Osipov A. I. The influence of agrochemicals on the yield and quality of cultivated crops. *Nauka, pitanie i zdorov'e: sbornik nauchnykh trudov. Chast' 2* [Science, Nutrition and Health: Collection of Scientific Papers. Part 2]. Minsk, Republican Unitary Enterprise the Belarusian Science Publishing House Publ.], 2021, pp. 408-418. (In Russian) – Text direct

16. Prygunova M. S. The use of microbiological preparations in agro-industrial complex. *Shkola molodykh uchenykh: materialy oblastnogo profil'nogo seminara po problemam estestvennykh nauk* [School of Young Scientists: Records of the Regional Specialized Seminar on the Problems of Natural Sciences]. Lipetsk, the Lipetsk State Pedagogical University Publ., 2022, pp. 198-200. (In Russian) – Text direct

17. Demidov N. S., Chukhina O. V., Demidova A. I., Surov V. V. The influence of rhizotorphin on the yield of green mass of leguminous grasses under the conditions of the Vologda Region. *Sel'skoe i lesnoe khozyaystvo: innovatsionnye napravleniya razvitiya: Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Agriculture and Forestry: Innovative Directions of Development. Collection of Scientific Papers of the All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation], 2021, pp. 47-51. (In Russian) – Text direct

18. Platonov A.V. Productivity and nutritional value of forage grasses when using biopreparations. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyanie, problemy, perspektivy: Materialy IV nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 100-letiyu SZNIIMLPKH: v 2-kh chastyakh. Chast' I.* [Agricultural Science at the Present Stage: State, Problems, and Prospects: Proceedings of the IV Research-to-Practice Conference with International Participation Dedicated to the 100th Anniversary of SZNIIMLPKh: in 2 Parts. Part I]. Vologda-Molochnoe, the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ., 2021, pp. 258-263. (In Russian) – Text direct

## The Use of Mineral Fertilizers and Microbiological Preparations in Pasture Agrophytocenoses

Pryadil`shchikova Elena Nikolaevna, a Senior Researcher  
e-mail: lenka2305@mail.ru

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

Vakhrusheva Vera Viktorovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Head of the Crop Farming Department  
e-mail: vvesnina@mail.ru

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

Bezgodova Irina Leonidovna, Candidate of Science (Agriculture), a Senior Researcher  
e-mail: bezgodova64@mail.ru

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

Starkovskiy Boris Nikolaevich, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department for Crop Farming, Agriculture and Agrochemistry  
e-mail: bor.2076@yandex.ru

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

Chukhina Ol`ga Vasil`evna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department for Crop Farming, Agriculture and Agrochemistry  
e-mail: dekanagro@molochnoe.ru

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

**Keywords:** agrophytocenoses, pasture usage, mineral fertilizers, microbiological preparations, productivity.

**Abstract.** The scientific work presents the results of studies conducted in 2022-2023 at the experimental field of the SZNIIMLPKh (the North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Farming named after A. S. Emel`yanov) in the Vologda Region, on the influence of mineral fertilizers and microbiological preparations based on the gram-positive spore-forming bacterium *Bacillus subtilis* (Strain Ch-13) on the productive indicators of perennial grasses of pasture usage. It was found that the productivity of herbage in the first year of life was 0.87-2.36 t/ha of dry matter, 0.68-2.19 ths. of feed units, 8.6-25.5 GJ of metabolic energy, 0.07-0.3 tons of digestible protein, in the second year of life it was 2.55-11.03 t/ha of dry matter, 2-9.04 ths. of feed units, 25.2-111.6 GJ of metabolic energy, 0.15-1.2 tons of digestible protein. The design of pasture phytocenoses is aimed at obtaining the maximum possible, environmentally safe products that ensure a positive economy of dairy cattle breeding and animal health.

# Динамика поголовья и надоя коров Северо-Западного федерального округа Российской Федерации

Третьяков Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

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

Абрамова Наталья Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

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

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

Хромова Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник

e-mail: khromova\_olenka@mail.ru

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

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот (КРС), корова, поголовье, надой, валовой надой, Северо-Западный федеральный округ.

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований динамики поголовья и надоя коров Северо-Западного федерального округа Российской Федерации в разрезе регионов, общего и племенного поголовья. Авторами проведен сравнительный анализ за 2010–2022 годы, сделаны выводы и определен рейтинг регионов в Северо-Западном федеральном округе и Российской Федерации. Исследования проведены на основе статистических данных сборника «Регионы России» и ежегодников по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. Проведена оценка динамики численности крупного рогатого скота общего и племенного поголовья, в том числе коров, среднего надоя на одну корову, валового производства молока в Северо-Западном федеральном округе, его регионах и Российской Федерации в целом за 2010, 2015, 2020, 2021 и 2022 годы. При снижении поголовья крупного рогатого скота и коров в Российской Федерации на 11,2–11,6% наблюдается рост производства молока и надоя на одну корову на 4,7 и 37,6 % соответственно. Ведущими регионами Северо-Западного федерального округа в товарном и племенном ско-

товодстве являются Ленинградская и Вологодская области, так как на их долю приходится более 70% валового производства молока, на территории этих регионов расположено более 70% племенных хозяйств, доля общего и племенного поголовья составляет более 70%, имеют лидирующие места в рейтингах по надою на 1 корову. Рост численности поголовья и среднего надоя коров этих регионов вызовет заметное изменение в отрасли молочного животноводства, а развитие молочного животноводства приведет к росту показателей по всему Северо-Западному федеральному округу.

### **Актуальность**

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации предусмотрено устойчивое развитие животноводства, развитие племенного дела и селекции [2, 3, 19].

Одной из ведущих отраслей агропромышленного производства, обеспечивающей продовольственную безопасность Российской Федерации, является скотоводство [16, 18, 20, 21].

Ряд авторов отмечают, что в современный период социально-экономического развития важнейшей задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации выступает импортозамещение. Осуществление политики импортозамещения стимулирует формирование российского агропромышленного производства, содействует рационализации импорта товаров, с применением различных форм и методов стимулирования отечественного аграрного хозяйства и увеличение конкурентоспособности отрасли на внутреннем рынке [1, 13, 16].

Российскими учеными отмечается востребованность молока и продуктов его переработки, несмотря на сокращение его потребления, что указывает на значительное влияние молочного скотоводства на экономику и продовольственную безопасность государства [12, 14].

Приоритетным направлением развития сельского хозяйства России является эффективное ведение молочного скотоводства в условиях интенсификации производства молока на современных комплексах [4, 11, 16].

Новизна исследования заключается в том, что авторами проанализирован длительный промежуток времени с 2010 по 2022 год по всем субъектам, входящим в Северо-Западный федеральный округ Российской Федерации, и сделаны выводы о роли конкретного субъекта в разрезе всего федерального округа.

С целью совершенствования поголовья и его продуктивных качеств в настоящее время применяется множество направлений, для оценки эффективности которых, необходимо проводить всесторонний анализ их результатов, обобщённые данные которого сводятся в статистические документы.

Таким образом, исследования посвященные изучению динамики поголовья и продуктивных показателей крупного рогатого скота, являются актуальными и позволяют оценить общую ситуацию и определить направления совершенствования популяций.

**Цель исследований** – изучить динамику общего поголовья крупного рогатого скота и коров, уровня валового производства молока, надоя на одну корову по общему и племенному поголовью Северо-Западного федерального округа и входящих в него регионов для определения тренда развития отрасли молочного скотоводства.

**Задачи исследования:**

- изучить динамику численности поголовья крупного рогатого скота и коров в хозяйствах всех категорий и племенных хозяйствах по Северо-Западному федеральному округу и входящих в него субъектов;
- изучить динамику надоя коров в хозяйствах всех категорий и племенных хозяйствах по Северо-Западному федеральному округу и входящих в него субъектов;
- изучить динамику валового производства молока в Северо-Западном федеральном округе и входящих в него субъектов.

**Материалы и методика исследований**

Исследования проведены на основе современных фундаментальных разработок отечественных учёных-селекционеров в области животноводства. Проработка и обоснование результатов исследований проводились методами научного анализа. Осуществлялось применение системного подхода, индуктивных и дедуктивных методов, путем составления статистических группировок, выборок, сравнений, графических и табличных приемов обработки. В исследование включены показатели численности общего и племенного поголовья крупного рогатого скота, а также коров, показатели валового надоя коров, надой молока на одну корову в Российской Федерации, Северо-Западном федеральном округе и его регионах. Материалом исследования послужили статистические данные сборника «Регионы России» и ежегодников по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. Проведена оценка динамики численности крупного рогатого скота общего и племенного поголовья, в том числе коров, среднего надоя на одну корову, валового производства молока в СЗФО, его регионах и Российской Федерации в целом за 2010, 2015, 2020, 2021 и 2022 годы. Для математической и графической обработки результатов исследований применялось универсальное программное обеспечение для персонального компьютера.

Схема проведения исследований представлена на *рисунке 1*.

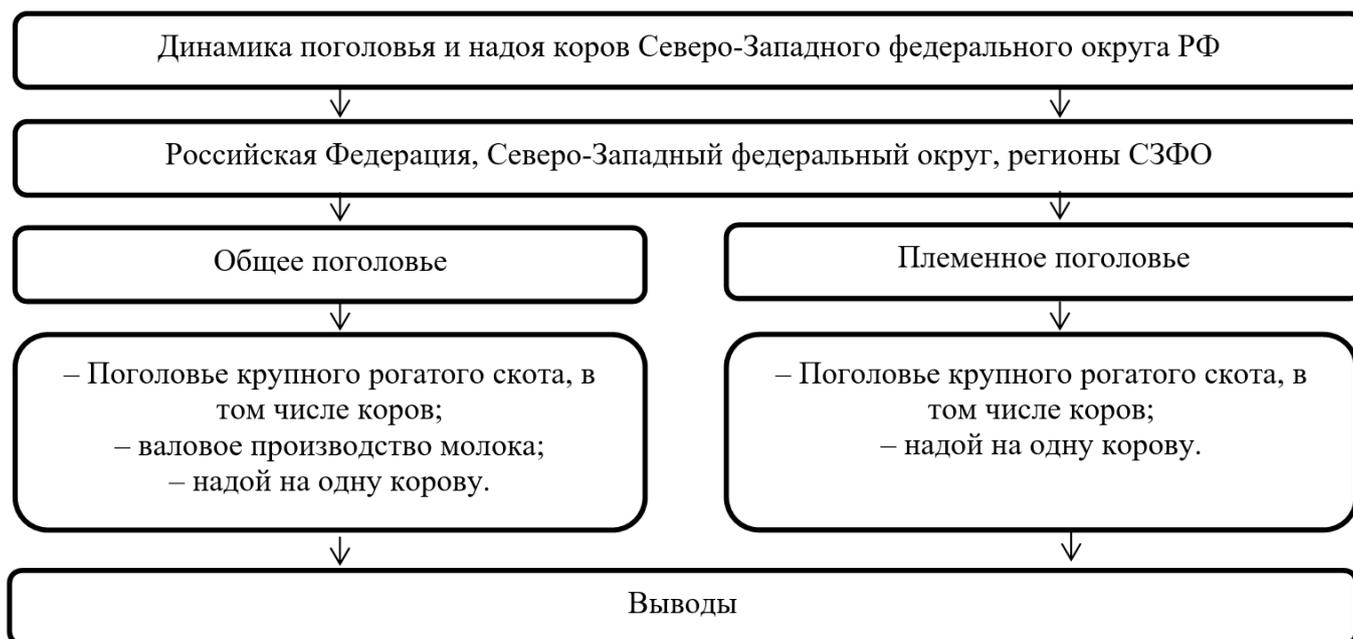


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

### Результаты исследования

За анализируемый период с 2010 года по 2022 год поголовье крупного рогатого скота в Российской Федерации стабильно сокращалось на 0,9-5,9 % от периода к периоду, за 12 лет сокращение поголовья составило 2305,3 тысячи голов или 11,6% (таблица 1).

Таблица 1 – Поголовье и продуктивность крупного рогатого скота в Российской Федерации

Показатели	Годы					2022 г. к 2010 г.	
	2010	2015	2020	2021	2022	абс.	%
Поголовье крупного рогатого скота, тысяч голов	19793,9	18620,9	18027,2	17649,6	17488,6	-2305,3	88,4
в том числе коров, тысяч голов	8713,0	8115,2	7898,3	7783,6	7734,7	-978,3	88,8
Производство молока, тысяч тонн	31507,8	29887,5	32225,5	32339,3	32983,7	1475,9	104,7
Средний надой на одну корову, кг	3776	4134	4839	4988	5194	1418	137,6

Источник: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2011–2022 годы) / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

Поголовье коров за указанный период сокращалось аналогичными темпами, с 2010 года по 2022 год сокращение составило 11,2% или 978,3 тысячи голов. Производство молока увеличилось на 1475,9 тысяч тонн или на 4,7%, а средний надой на одну корову – на 1418 кг, или на 37,6%.

Однако следует отметить, что темп сокращения поголовья крупного рогатого скота постепенно снижается, так за период 2010–2015

годы сокращение составило 5,9%, а за 2015–2020 годы – 3,2% [6–10]. Уровень среднего ежегодного снижения поголовья крупного рогатого скота и коров в Российской Федерации за 2010–2022 гг. представлен на *рисунке 2*.

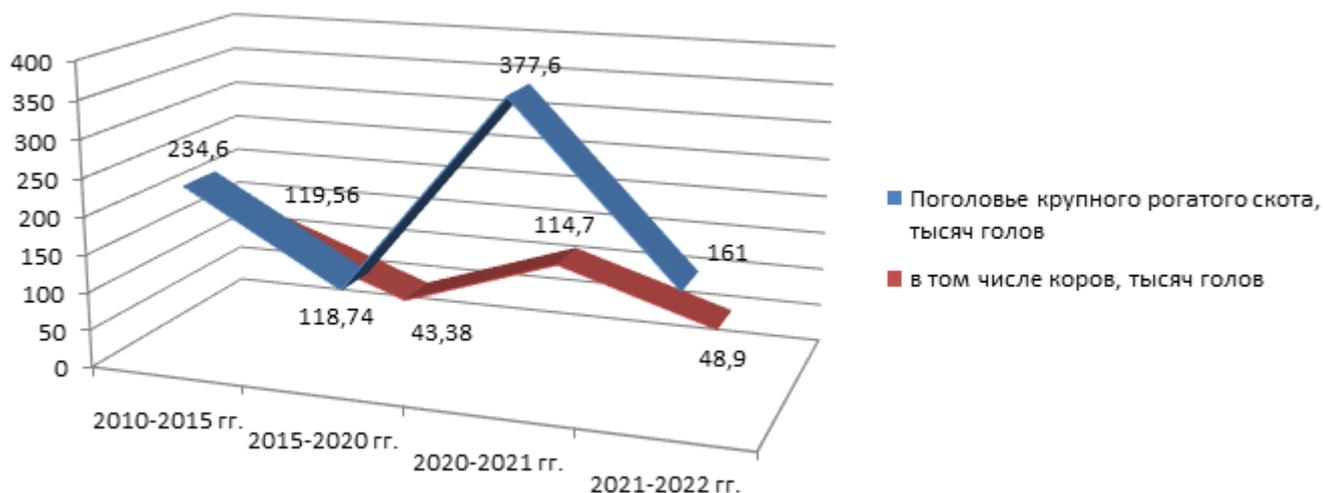


Рисунок 2 – Уровень среднего ежегодного изменения поголовья крупного рогатого скота и коров в Российской Федерации за 2010–2022 годы  
Составлено по: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2011–2022 годы) / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

Представленные на рисунке 2 данные показывают, что наибольшее снижение поголовья отмечается в период 2020–2021 годов и составляет 377,6 тысяч голов, в том числе коров 114,7 тысяч голов.

В Северо-Западном федеральном округе по итогам 2022 года насчитывается 685 тысяч голов крупного рогатого скота, по данному показателю округ располагается на 8 месте в Российской Федерации [15].

При анализе динамики численности поголовья крупного рогатого скота Северо-Западного федерального округа, и субъектов в него входящих, наблюдается тенденция сокращения (*таблица 2*). За анализируемый период снижение поголовья составило 33,3 тысячи голов 4,6%. Наибольшей потерей численности поголовья отмечается период 2010–2015 годов, сокращение за эти годы составило 37,9 тысяч голов. Среди регионов, значительно снизивших поголовье КРС, выделяются Псковская область (на 43,6%) и Новгородская область (на 38,4%). Лучшая сохранность поголовья наблюдается в Ленинградской области, где потери составили лишь 2,3%. В 2020 году по сравнению с 2015 годом выявлено увеличение численности поголовья крупного рогатого скота на 25,3 тысячи голов за счёт резкого увеличения этого показателя по Калининградской области (на 59,4 тысячи голов) и роста поголовья в Вологодской области.

Таблица 2 – Численность поголовья крупного рогатого скота в субъектах Северо-Западного федерального округа, тысяч голов

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Мурманская область	7,8	7,3	6,2	6,0	5,6
Республика Карелия	28,2	24,5	19,4	18,4	18,9
Республика Коми	39,0	34,4	29,4	28,4	27,8
Новгородская область	44,3	35,7	28,7	28,3	27,3
Архангельская область	56,9	47,1	42,9	41,9	41,9
Псковская область	107,9	79,3	65,7	61,1	60,9
Вологодская область	196,7	163,7	166,2	162,9	163,0
Калининградская область	61,6	109,4	168,8	169,5	167,9
Ленинградская область	175,9	179,1	178,4	174,4	171,9
Всего по СЗФО	718,3	680,4	705,7	690,8	685,0
Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.					

Анализируя численность поголовья крупного рогатого скота субъектов Северо-Западного федерального округа установлено, что на протяжении исследуемого периода в тройку лидеров по этому показателю входят Ленинградская, Вологодская и Калининградская области, доля поголовья в числе общего по округу составляет 60,4–73,4%. Наименьшей численностью крупного рогатого скота отличаются Мурманская область и Республика Карелия, доля этих регионов в общем поголовье СЗФО варьируется от 3,5 до 5,0% и стабильно снижается.

По общероссийскому рейтингу поголовья крупного рогатого скота среди регионов за 2022 год Ленинградская область занимает 39 место, Калининградская область – 43 место, Вологодская область – 44 место, Псковская область – 63 место, Архангельская область – 69 место, Республика Коми – 71 место, Новгородская область – 72 место, Республика Карелия 73 место, Мурманская область – 78 место. В лидерах по численности поголовья находятся Республика Дагестан (949,4 тысячи голов), Республика Татарстан (914,8 тысяч голов), Республика Башкортостан (853,4 тысячи голов), Ростовская область (627,4 тысячи голов) и Алтайский край (620,3 тысячи голов) [15].

Проведены исследования по изучению динамики численности поголовья крупного рогатого скота и уровня молочной продуктивности в племенных организациях Северо-Западного федерального округа.

В Северо-Западном федеральном округе насчитывается 136 хозяйств, в том числе 77 племенных заводов и 59 племенных репродукторов. Распределение племенных хозяйств по субъектам представлено на рисунке 3.

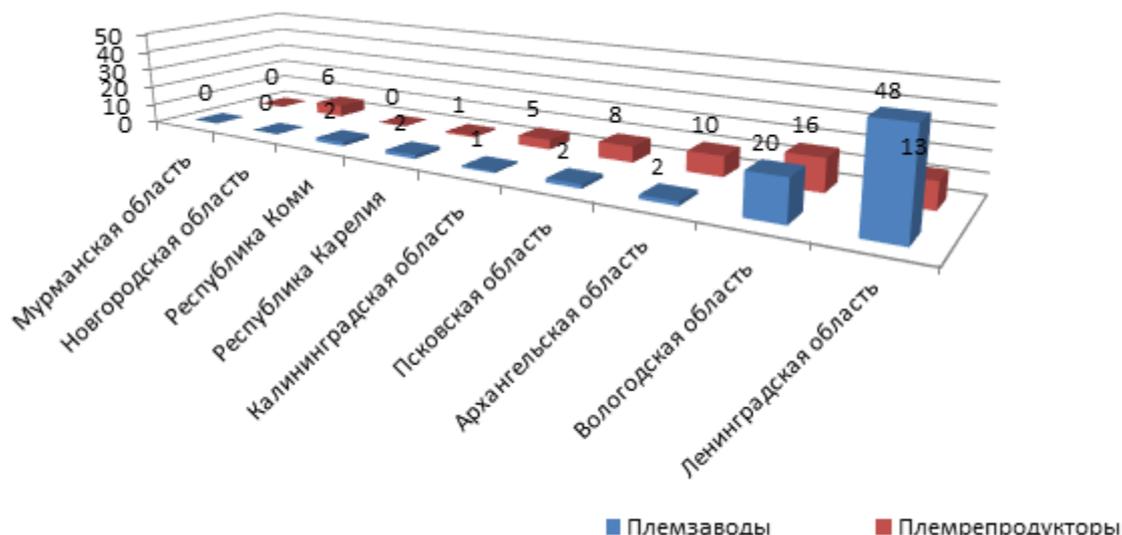


Рисунок 3 – Количество племенных хозяйств в субъектах Северо-Западного федерального округа на 2022 год

Составлено по: Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. 2023.

Наибольшее количество племенных хозяйств размещено в Ленинградской и Вологодской областях, их доля в этих регионах от общего количества составляет 44,8 и 26,5% соответственно. На территории Мурманской области племенных хозяйств нет, а в остальных субъектах СЗФО насчитывается от двух до двенадцати племенных хозяйств.

Численность племенного поголовья крупного рогатого скота в Северо-Западном федеральном округе переменна (таблица 3).

Таблица 3 – Численность поголовья крупного рогатого скота в племенных хозяйствах субъектов Северо-Западного федерального округа, тысяч голов

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Ленинградская область	87833	86102	89835	90918	96122
Вологодская область	73748	64217	70761	72221	76288
Калининградская область	6609	10611	11290	14375	19583
Псковская область	10942	17279	17072	17638	18463
Архангельская область	10638	12676	16172	16332	16089
Республика Карелия	6744	7333	6921	6763	6169
Республика Коми	4700	3238	4025	3400	3921
Новгородская область	5125	4606	3528	3729	3671
Мурманская область	4238	943	–	–	–
Всего по СЗФО	210577	207005	219604	225376	240306

Источник: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

Так, по Северо-Западному федеральному округу в период с 2010 по 2015 гг. наблюдается снижение племенного поголовья крупного рогатого скота на 1,7%, а в дальнейшем стабилизация и повышение к 2022 году на 16,1%. В разрезе субъектов федерального округа положительная динамика поголовья отмечается в Вологодской, Ленинградской, Калининградской и Псковской областях и только после 2015 года. Структура племенного скота по субъектам Северо-Западного федерального округа в 2022 году представлена на *рисунке 4*.

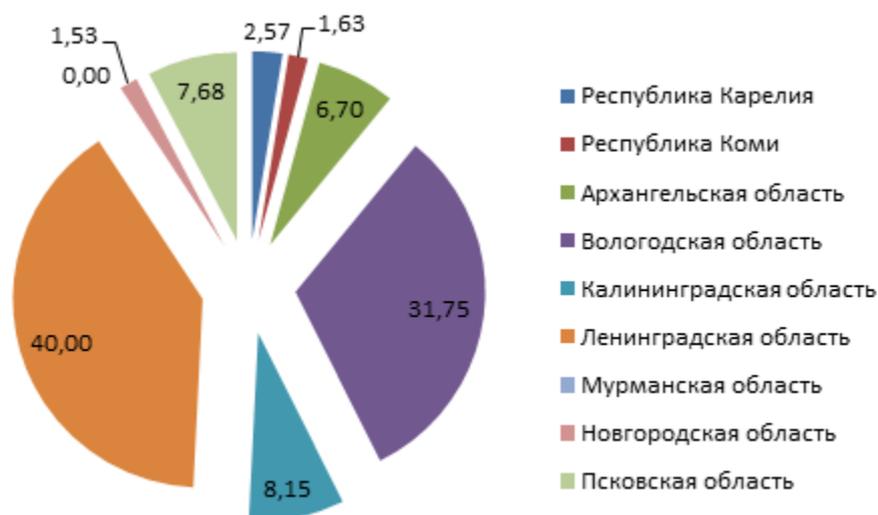


Рисунок 4 – Структура племенного скота по субъектам Северо-Западного федерального округа в 2022 году, %

Составлено по: Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. 2023.

Анализируя структуру племенного скота по субъектам Северо-Западного федерального округа необходимо отметить, что наибольший удельный вес в 2022 году занимают Ленинградская и Вологодская области, совместная доля этих регионов в общем племенном поголовье составляет более 70 %.

Динамика поголовья коров в племенных хозяйствах СЗФО сходна с динамикой общего племенного поголовья и представлена в *таблице 4*.

Таблица 4 – Численность поголовья коров в племенных хозяйствах субъектов Северо-Западного федерального округа, тысяч голов

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Ленинградская область	58649	56199	59501	58888	61093
Вологодская область	38077	40573	46370	47139	48733
Калининградская область	4120	7692	8034	10044	13766
Псковская область	6555	10940	11474	12071	11992

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Архангельская область	6666	8269	10510	10690	10262
Республика Карелия	4290	4465	4558	4301	3991
Республика Коми	3108	1972	2443	2116	2469
Новгородская область	2612	2960	2186	2374	2374
Мурманская область	2767	627	–	–	–
Всего по СЗФО	126844	133697	145076	147623	154680

Источник: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

По Северо-Западному федеральному округу в период с 2010 по 2022 годы наблюдается рост племенного поголовья коров на 22,0%, который происходит за счет увеличения поголовья племенных коров в Вологодской, Калининградской и Ленинградской областях. В остальных регионах СЗФО изменение численности поголовья племенных коров не стабильно и колеблется то в сторону роста, то снижается.



Рисунок 5 – Структура племенного поголовья коров по субъектам Северо-Западного федерального округа в 2022 году, %

Составлено по: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2011–2022 годы) / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

Наибольший удельный вес в структуре племенного поголовья коров Северо-Западного федерального округа в 2022 году занимают Ленинградская и Вологодская области, совместная доля этих регионов, как и по общему поголовью племенного скота, в общем племенном поголовье составляет более 70%.

Рассмотрим производство молока в Северо-Западном федеральном округе и его субъектах.

Результаты анализа объемов произведенного молока свидетельствуют о стабильном повышении уровня производства молока в Северо-Западном федеральном округе (таблица 5).

Таблица 5 – Производство молока в Северо-Западном федеральном округе, тысяч тонн

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Ленинградская область	544,4	583,2	658,3	658	679,1
Вологодская область	443	469,6	587	588,8	607,5
Калининградская область	145,9	170,3	210,9	228,2	230,6
Псковская область	226,5	196,5	203,5	204,7	208,9
Архангельская область	122,7	121,3	139,4	137,8	141,2
Новгородская область	100,3	76,2	65,7	64,1	66,9
Республика Карелия	68,4	68,3	63,7	59,3	61,1
Республика Коми	61,6	56,5	55,1	53,9	54,4
Мурманская область	28,1	18,8	17,3	16,9	15,2
Всего по СЗФО	1740,9	1760,8	2000,8	2011,7	2064,9
Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.					

По Северо-Западному федеральному округу за период 2010–2022 гг. объемы произведенного молока выросли с 1740,9 до 2064,9 тысяч тонн, то есть на 324,0 тысячи тонн, или на 18,6%. Стабильное повышение производства молока с 2010 года выявлено в четырех регионах: Вологодской, Ленинградской, Калининградской и Архангельской областях. Наибольшее повышение валового производства молока за указанный период отмечается в Вологодской (на 137,4 тысячи тонн, или на 29,2%) и Ленинградской (на 117,2 тысячи тонн, или на 20,1%) областях. Остальные субъекты снизили валовое производство молока. Наибольшим спадом характеризуются Новгородская и Мурманская области, снижение объемов производства в которых в 2022 году по сравнению с 2010 годом составило 46,1 и 42,2% соответственно.

По результатам проведенного анализа установлено, что наибольший удельный вес произведенного молока в Северо-Западном федеральном округе за 2022 год принадлежит Ленинградской (32,9%) и Вологодской (29,4%) областям, общее производство молока составило более 60%. Наименьший вклад в производство молока федерального округа вносят Мурманская область (0,7%), Республика Коми (2,6%), Республика Карелия (3,0%) и Новгородская область (3,2%) (рисунок 6).

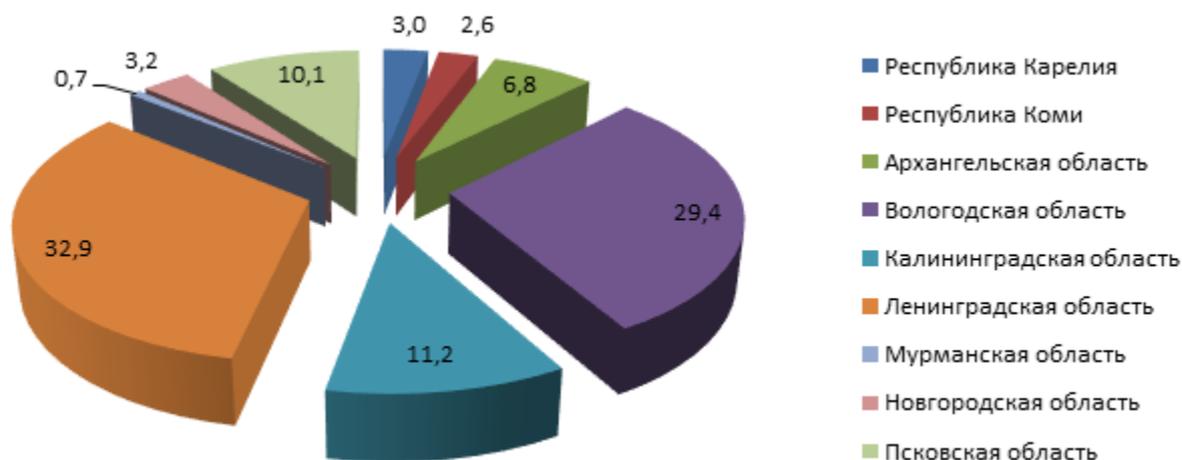


Рисунок 6 – Доли субъектов в валовом производстве молока в Северо-Западном федеральном округе за 2022 год, %

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.

По общероссийскому рейтингу валового производства молока среди регионов за 2022 год Ленинградская область занимает 15 место, Вологодская область – 19 место, Калининградская область – 42 место, Псковская область – 44 место, Архангельская область – 63 место, Новгородская область – 68 место, Республика Карелия – 70 место, Республика Коми – 72 место, Мурманская область – 77 место. Лидерами по валовому производству молока являются Республика Татарстан (2037,9 тысяч тонн), Краснодарский край (1630,1 тысяч тонн), Республика Башкортостан (1586,1 тысяч тонн), Алтайский край (1140,4 тысяч тонн) и Ростовская область (1101,9 тысяч тонн) [15].

Результаты анализа средних надоев молока на одну корову как в Северо-Западном федеральном округе в целом, так и в его субъектах, свидетельствуют о стабильном росте уровня молочной продуктивности. Надой по федеральному округу с 2010 года по 2022 год увеличился на 63% и составил 8324 кг (таблица 6).

Таблица 6 – Надой молока на одну корову в Северо-Западном федеральном округе, кг

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Ленинградская область	6680	8024	9045	9162	9435
Вологодская область	4888	6409	7969	8018	8363
Калининградская область	4508	6837	8552	8979	8427
Архангельская область	4480	6122	7457	7505	7798
Псковская область	3720	5212	6501	7102	7764
Республика Карелия	5494	6922	7415	7188	7412
Мурманская область	7527	5284	5552	5829	5324

Новгородская область	3827	4354	5157	5263	5302
Республика Коми	3491	4213	4847	5060	5232
Всего по СЗФО	5114	6575	7880	8066	8324
Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.					

Анализ показывает, что уровень молочной продуктивности в субъектах в исследуемые периоды варьируется от 3491 до 9435 кг молока на одну корову. Наивысшие надои были получены в Ленинградской, Калининградской и Вологодской областях и за 2022 год составили 9435, 8427 и 8363 кг молока соответственно. Наименьшим надоем на одну корову характеризуются Мурманская и Новгородская области. Из всех исследуемых регионов наибольшими темпами роста надоев за период с 2010 по 2022 год характеризовались Псковская (209%), Калининградская (187%), Архангельская (174%) и Вологодская (171%) области. В Мурманской области напротив надой на одну корову снизился на 29% и составил в 2022 году 5324 кг по сравнению с 7527 кг в 2010 году, что объясняется отсутствием в регионе племенного поголовья. Изменение уровня надоя на одну корову в субъектах Северо-Западного федерального округа за 2010–2022 гг. показано на рисунке 7.

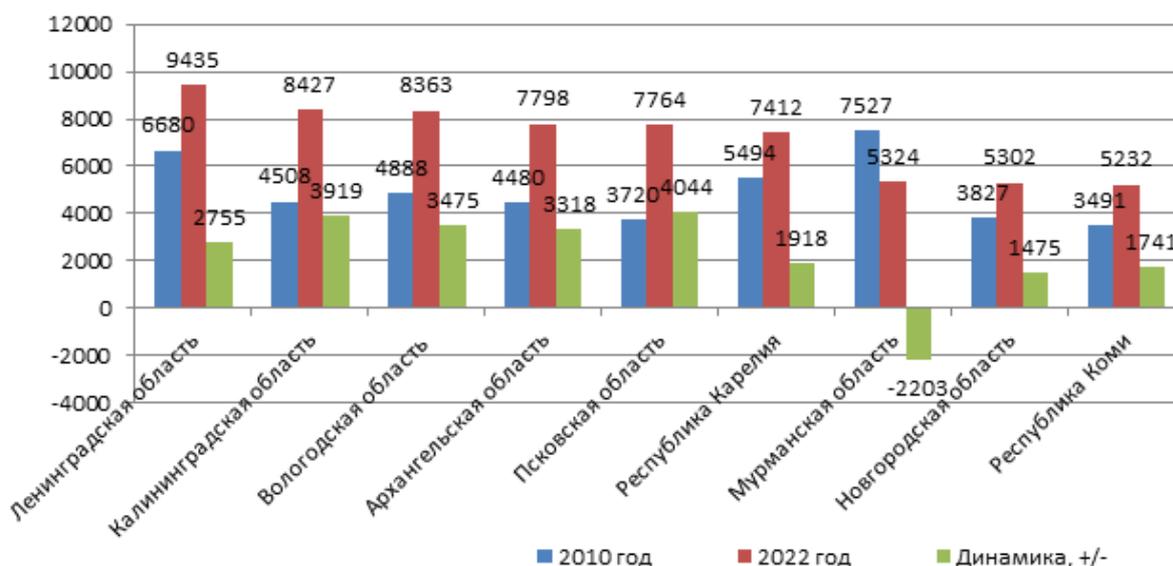


Рисунок 7 – Изменение уровня надоя на одну корову в субъектах Северо-Западного федерального округа за 2010–2022 годы, кг  
Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.

По общероссийскому рейтингу уровня надоя молока на одну корову среди регионов за 2022 год Ленинградская область занимает 1 место, Калининградская область – 11 место, Вологодская область – 13 место, Архангельская область – 22 место, Псковская область – 24 место, Республика Карелия – 31 место, Мурманская область – 59 место, Новгородская область – 60 место, Республика Коми – 61 место. В лиде-

рах по надою молока на одну корову находятся Ленинградская область (9435 кг), Краснодарский край (9349 кг), Курская область (9256 кг), Пензенская область (9174 кг) и Рязанская область (9048 кг) [15].

Надой на одну корову в племенных стадах СЗФО представлен в *таблице 7*.

Таблица 7 – Надой молока на одну корову в племенных хозяйствах Северо-Западного федерального округа, кг

Субъект	Годы				
	2010	2015	2020	2021	2022
Республика Карелия	6533	7325	8278	8343	8603
Республика Коми	4467	5698	5689	5628	5928
Архангельская область	5988	7030	8159	8301	8611
Вологодская область	6193	7400	8896	8962	9195
Калининградская область	6170	8738	9771	9818	9948
Ленинградская область	7575	8595	9624	9640	9802
Мурманская область	8779	8430	–	–	–
Новгородская область	5506	5826	6742	6802	6982
Псковская область	4894	6951	9428	9835	10097
Всего по СЗФО	6453	7862	9126	9214	9432

Источник: Ежегодники по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации / ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2012–2023.

По результатам исследований установлен стабильный рост надоя на одну корову по СЗФО и каждому отдельному субъекту (за исключением Мурманской области). Увеличение надоя коров по СЗФО с 2010 по 2022 год составило 2979 кг молока (46,2%) и достигло показателя 9432 кг. В 2022 году три региона (Калининградская, Ленинградская и Вологодская области) имели средний надой на одну племенную корову 9195–9948 кг молока, а Псковская область перешагнула десяти-тысячный рубеж и завершила календарный год с показателем 10097 кг молока на одну корову племенного стада. Наименьший показатель надоя на 1 племенную корову выявлен в Республике Коми, который составил 5928 кг молока. Изменение уровня надоя на одну корову в племенных стадах субъектов Северо-Западного федерального округа за 2010–2022 годы показано на *рисунке 8*.

Анализ изменения уровня надоя на одну корову в племенных стадах субъектов Северо-Западного федерального округа за 2010–2022 гг. свидетельствует, что лучшую динамику прироста имело поголовье племенных коров Псковской области, надой которых увеличился более чем в два раза (на 206%). Увеличение надоя на 1 корову племенного стада Калининградской области составило 61%, Вологодской и Архангельской областей – 49 и 44% соответственно. В племенных стадах Республики Коми и Республики Карелия повышение данного показателя составило 32–33%, наименьшим ростом характеризуются Ленинградская (29%) и Новгородская (27%) области.

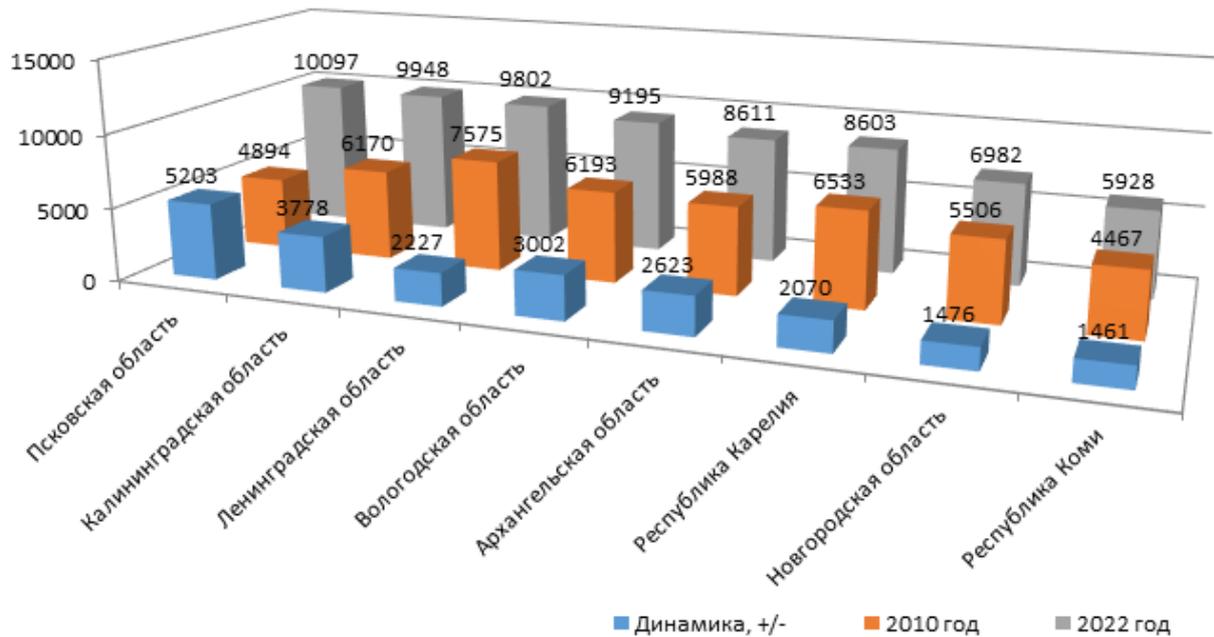


Рисунок 8 – Изменение уровня надоя на одну корову в племенных стадах субъектов Северо-Западного федерального округа за 2010–2022 гг., кг  
Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023.

### Заключение

По результатам проведенных исследований установлено, что основными регионами Северо-Западного федерального округа в товарном и племенном скотоводстве являются Ленинградская и Вологодская области, так как по доле валового производства молока, числу племенных хозяйств и доле общего и племенного поголовья они занимают более 70%, имеют лидирующие места в рейтингах по надоям на 1 корову. Поголовье крупного рогатого скота данных регионов является значительным племенным ресурсом, который формирует основу молочной продуктивности Северо-Западного федерального округа. Рост численности поголовья и среднего надоя коров этих регионов вызовет заметное изменение в отрасли молочного животноводства, а развитие молочного животноводства приведет к росту показателей по всему Северо-Западному федеральному округу.

### Литература:

1. Абдрахманова, А.А. Инновационное развитие молочного животноводства в Свердловской области / А.А. Абдрахманова // Инновационное развитие российской экономики: мат-лы X Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 158–160.
2. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0: монография в 2 томах / Е.Д. Абрашкина, Ю.И. Агирбов, О.П. Андреев [и др.]. Том 2. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с.
3. Алтухов, А.И. Парадигма продовольственной безопасности

России / А.И. Алтухов. – М.: Фонд развития и поддержки молодёжи «Кадровый резерв», 2019. – 685 с.

4. Бургомистрова, О.Н. Влияние кормовой добавки на молочную продуктивность скота / О.Н. Бургомистрова, Е.А. Третьяков // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (63). – С. 32–39.

5. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20). URL: <http://government.ru/docs/all/125815/> (дата обращения 24.06.2024).

6. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2011. – 277 с.

7. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2016. – 281 с.

8. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 265 с.

9. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2022. – 262 с.

10. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2023. – 254 с.

11. Кичина, А.П. Воспроизводительные качества маточного поголовья крупного рогатого скота разных линий черно-пестрой породы вологодского типа / А.П. Кичина, Е.А. Третьяков // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. – № 2 (46). – С. 96–114. – DOI: 10.52231/2225-4269\_2021\_3\_96

12. Конкина, В.С. Сравнительный анализ основных подходов к управлению затратами в отрасли молочного скотоводства // Вестник Орловского гос. аграр. ун-та. – № 1 (40). – 2013. – С. 136–141.

13. Кормишкина, Л.А. Импортзамещение - важнейшая стратегическая задача развития агропромышленного комплекса России / Л.А. Кормишкина, Н.Н. Семенова // Дайджест-финансы. – 2015. – № 2 (234). – С. 57–67.

14. Литкевич, А.И. Ресурсная база молочного животноводства Тюменской области / А.И. Литкевич, И.А. Лиман, Т.И. Лейман // Вестник Челябинского гос. ун-та. № 7 (429). – 2019. – С. 60–68.

15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: стат. сб. / Росстат. – М., 2023. – 1126 с.

16. Селимян, М.О. Роль Вологодской области в системе молочного животноводства Северо-Западного федерального округа Российской Федерации / М.О. Селимян, Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова // *АгроЗооТехника*. – Т. 7. – № 1. – DOI: 10.15838/alt.2024.7.1.6

17. Третьяков, Е.А. Молочная продуктивность коров и качество молока при различных технологиях содержания и доения // *Молочнохозяйственный вестник*. № 4 (44). – 2021. – С. 88–102. – DOI: 10.52231/2225-4269\_2021\_4\_88

18. Третьяков, Е.А. Влияние возраста и живой массы телок голштинизированной черно-пестрой породы при первом осеменении на показатели последующей молочной продуктивности // *АгроЗооТехника*. Т. 7. – № 2. – 2024. – DOI: 10.15838/alt.2024.7.2.5

19. Устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности сельского хозяйства России в условиях углубления интеграции в ЕАЭС / И.Г. Ушачев, А.Г. Папцов, А.Ф. Серков [и др.]. – М.: Научный консультант, 2018. – 320 с.

20. Хромова, О.Л. Влияние генотипа на продуктивные признаки коров молочных пород / О.Л. Хромова, Н.И. Абрамова // *АгроЗооТехника*. – 2022. – Т. 5. – № 3. – DOI: 10.15838/alt.2022.5.3.5.

21. Хоштария, Е.Е. Использование кормовой добавки «Смартамин» в рационах молочных коров / Е.Е. Хоштария, Л.В. Смирнова, Е.А. Третьяков // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2016. – № 3 (23). – С. 29–36.

### References:

1. Abdrakhmanova A. A. Innovative development of dairy farming in the Sverdlovsk Region. *Innovatsionnoe razvitie rossiyskoy ekonomiki: mat-ly X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovative Development of the Russian Economy: Proceedings of the X International Research-to-Practice Conference], 2017, pp. 158-160. (In Russian) – Text direct

2. Abrashkina E. D., Agirbov Yu. I., Andreev O. P., et al. *Agropro-myshlennyy kompleks Rossii: Agriculture 4.0: Monografiya v 2 tomakh* [Agro-Industrial Complex of Russia: Agriculture 4.0: Monograph in 2 Volumes]. Moscow, IP R Media Publ., 2021, V. 2. 379 p. ISBN 9785449710451 (V. 2), 9785449710437 (In Russian) – Text direct

3. Altukhov A. I. *Paradigma prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii* [Paradigm of Food Safety of Russia]. Moscow, Foundation for Development and Support of Youth «Personnel Reserve» Publ., 2019. 685 p. ISBN 978-5-6041260-1-1 (In Russian) – Text direct

4. Burgomistrova O. N., Tret`yakov E. A. The influence of feed additives on dairy productivity of cattle. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University], 2022, no. 3 (63), pp. 32-39. (In Russian) – Text electronic. DOI

10.31563/1684-7628-2022-63-3-32-39

5. *Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii (Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21 yanvarya 2020 g. № 20)* [Conception of Food Safety of the Russian Federation (Approved by the Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020, no. 20)]. Available at: <http://government.ru/docs/all/125815/> (accessed 24 June 2024). (In Russian) – Text electronic

6. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii* [Annual Book on Breeding Work in Dairy Cattle Keeping in farms of the Russian Federation]. Moscow, FGBNU VNIIPlem. Publ., 2011. 277 p. (In Russian) – Text direct

7. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii* [Annual Book on Breeding Work in Dairy Cattle Keeping in farms of the Russian Federation]. Moscow, FGBNU VNIIPlem. Publ., 2016. 281 p. (In Russian) – Text direct

8. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii* [Annual Book on Breeding Work in Dairy Cattle Keeping in farms of the Russian Federation]. Moscow, FGBNU VNIIPlem. Publ., 2021. 265 p. (In Russian) – Text direct

9. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii* [Annual Book on Breeding Work in Dairy Cattle Keeping in farms of the Russian Federation]. Moscow, FGBNU VNIIPlem. Publ., 2022. 262 p. (In Russian) – Text direct

10. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii* [Annual Book on Breeding Work in Dairy Cattle Keeping in farms of the Russian Federation]. Moscow, FGBNU VNIIPlem. Publ., 2023. 254 p. (In Russian) – Text direct

11. Kichina A. P., Tret`yakov E. A. Reproductive qualities of cattle breeding stock of different lines of the Vologda type Black-and-White breed. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2022, no. 2 (46), pp. 96-114. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52231 / 2225-4269\_2021\_3\_96

12. Konkina V. S. Comparative analysis of main approaches to cost management in the dairy cattle industry. *Vestnik Orlovskogo gos. agrar. un-ta* [Bulletin of the Orel State Agrarian University], 2013, no. 1 (40), pp. 136–141. (In Russian) – Text direct

13. Kormishkina L. A., Semenova N. N. Import substitution is the most important strategic task for the development of the agro-industrial complex of Russia. *Daydzhest-finansy* [Digest-Finances], 2015, no. 2 (234), pp. 57–67. (In Russian) – Text direct

14. Litkevich A. I., Liman I. A., Leyman T. I. Resource base of dairy farming in the Tyumen Region. *Vestnik CHelyabinskogo gos. un-ta* [Bulle-

tin of the Chelyabinsk State University], 2019, no. 7 (429), pp. 60–68. (In Russian) – Text direct

15. Regions of Russia. Socio-Economic Indicators. *Stat. sb. / Rosstat* [Proceedings / Rosstat]. Moscow, 2023, 1126 p. (In Russian) – Text direct

16. Selimyan M. O., Abramova N. I., Khromova O. L. The role of the Vologda Region in the dairy farming system of Northwestern Federal District of the Russian Federation. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], V.7, no. 1. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15838/alt.2024.7.1.6

17. Tret`yakov E. A. Milk productivity of cows and milk quality under various management and milking technologies. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, no. 4(44), pp. 88-102. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_4\_88

18. Tret`yakov E.A. The influence of age and live weight of Holsteinized Black-and-White heifers at the first insemination on subsequent milk productivity indicators. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2024, V. 7, no. 2. (In Russian) – Text electronic. DOI: 10.15838/alt.2024.7.2.5

19. Ushachev I. G., Paptsov A. G., Serkov A. F., et al. *Ustoychivoe razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti sel'skogo khozyaystva Rossii v usloviyakh uglubleniya integratsii v EAES* [Sustainable Development and Increasing the Competitiveness of Russian Agriculture in the Context of Deepening Integration into the EAEU]. Moscow, Limited Liability Company «Scientific Consultant» Publ., 2018. 320 p. ISBN 978-5-907084-17-9 (In Russian) – Text direct

20. Khromova O. L., Abramova N. I. The influence of genotype on productive traits of dairy cows. *AgroZooTekhnika* [Animal Husbandry], 2022, V. 5, no. 3. (In Russian) – Text electronic. DOI 10.15838/alt.2022.5.3.5

21. Khoshtariya E. E., Smirnova L. V., Tret`yakov E. A. Use of the feed additive «Smartamin» in the diets of dairy cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2016, no. 3(23), pp. 29-36. (In Russian) – Text direct

## Movements of cows` population and milk yield in north-western federal district of the russian federation

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

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

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

Abramova Natal`ya Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), a leading researcher

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

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

Khromova Ol`ga Leonidovna, a senior researcher

e-mail: khromova\_olenka@mail.ru

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

**Keywords:** cattle, cow, population, milk yield, total milk yield, Northwestern Federal District.

**Abstract.** The article presents the results of studies of the movements of cows` population and milk yield in Northwestern Federal District of the Russian Federation in the context of regions, total and breeding stock. The authors conducted a comparative analysis for 2010-2022, made conclusions and determined the rating of regions in Northwestern Federal District and the Russian Federation. The studies were conducted based on statistical data from the Regions of Russia collection and the Annual Books on breeding work in dairy cattle keeping in farms of the Russian Federation. An assessment was made of the movements of cattle population of the total and breeding stock, including cows, the average milk yield per cow, and total milk production in Northwestern Federal District, its regions, and the Russian Federation as a whole for 2010, 2015, 2020, 2021 and 2022. With a decrease in the number of cattle and cows in the Russian Federation by 11.2-11.6%, an increase in milk production and milk yield per cow is observed by 4.7 and 37.6%, respectively. The leading regions of Northwestern Federal District in commercial and pedigree cattle breeding are the Leningrad and Vologda Regions, as they account for more than 70% of total milk production, more than 70% of breeding farms are located in these regions, the share of total and breeding livestock is more than 70%, and they have leading places in the ratings for milk yield per cow. The growth of the number of livestock and average milk yield of cows in these regions will cause a noticeable change in the dairy farming industry, and the development of dairy farming will lead to an increase in indicators throughout Northwestern Federal District.

## Расчет доз удобрений под клеверо- тимофеечную смесь

Чухина Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент

e-mail: dekanagro@molochnoe.ru

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

Демидова Анна Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент

e-mail: vologdademidova@mail.ru

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

Лисина Анастасия Сергеевна, магистрант

e-mail: nastya.lisina.2002@mail.ru

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

Бирюков Александр Леонидович, кандидат технических наук, за-  
ведующий кафедрой энергетических средств и технического сервиса

e-mail: biryukov\_alex@mail.ru

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

**Ключевые слова:** смесь клевера лугового с тимофеевкой  
луговой, комплексное удобрение, аммиачная селитра, калий хлористый,  
органическое удобрение, многолетние травы, продуктивность, система.

**Аннотация.** Рациональное использование удобрений  
способствует росту урожайности многолетних трав и является одним  
из основополагающих элементов агротехнологии, позволяющим по-  
высить их продуктивность. Сельскохозяйственные культуры предъ-

являют специфические требования к различным элементам питания, поэтому обеспечение оптимального количества каждого фактора жизни растений необходимо для повышения их продуктивности. Многолетние травы, характеризуются комплексом положительных биологических и экологических свойств, являются незаменимыми компонентами устойчивых агроценозов, так, например, они улучшают структуру почвы, увеличивают ее водоудерживающую способность и обогащают органическим веществом. Для реализации потенциала продуктивности этих растений необходимо применять научно-обоснованную систему удобрений. В связи с этим важным аспектом является подбор соответствующих оптимальных видов удобрений и точное соблюдение регламента их внесения с учетом агрохимической характеристики почвы пахотного горизонта конкретного поля, что обеспечивает повышение эффективности их применения. В статье анализируется влияние расчетных доз удобрений и сроков их внесения на урожайность травосмеси клевера с тимофеевкой, выращиваемой в условиях Вологодской области.

### **Введение**

Особое место в составе агропромышленного комплекса Вологодской области отводится молочному скотоводству. Так по продуктивности коров в сельхозорганизациях области достигнут абсолютный исторический рекорд: 8843 кг плюс 5,7% к 2022 году, что выше среднего по России на 11,1%. В структуре сельскохозяйственного производства региона преобладает продукция животноводства – 71,2% общего объема, растениеводство обеспечивает животноводство кормами и в значительной мере зависит от природно-климатических условий. Основными направлениями повышения продуктивности отрасли кормопроизводства в области являются увеличение объемов производства кормов, улучшение их качества и энергонасыщенности [1].

В Вологодской области под кормовые культуры отведено около 70% посевной площади. Так, в 2023 году кормовые культуры занимали 228,5 тыс. га (или 68,5%) посевной площади [1, 2]. Из многолетних трав в хозяйствах региона преимущественно выращивают смесь клевера и тимофеевки. В ряде агропредприятий в травосмесях используют и другие многолетние бобовые и многолетние злаковые травы. Среди них особый интерес вызывают люцерна, лядвенец, из злаковых – овсяница, райграс, фестулолиум (результат скрещивания райграса и овсяницы).

Из-за способности произрастать на различных почвах клевер луговой – это основная бобовая культура полевого травосеяния Вологодской области.

Клевер луговой способен адаптироваться к разнообразным климатическим условиям, благодаря своей устойчивости к низким температурам. Даже при минимальных температурах в 2–3°C, семена начинают прорасти. При этом оптимальная температура для получения дружных всходов семян варьируется в пределах 10–15°C. Нетребовательность к тепловым условиям клевера лугового позволяет успешно возделывать культуру в условиях северо-запада Российской Федерации. В Вологодской области известны ряд местных сортов культуры, включенных в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации (Пришекснинский местный, Вожегодский местный и др.).

Клевер малотребователен к плодородию почв и хорошо растет на различных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых. Неустойчивые посевы клевера лугового наблюдаются на супесчаных почвах, сформированных на легких почвообразующих породах. На слабогумусированных почвах клевер растет плохо, а на сильнокислых значительно выпадает в первый год жизни. Одна из причин плохого развития клевера на почвах с кислой реакцией среды – повышенное содержание в ней подвижного марганца и алюминия.

При кислой реакции среды снижается зимостойкость клевера, на сильнокислых почвах подавляется развитие клубеньковых бактерий и нарушается нормальное азотное питание растений. Эта культура не переносит сильнокислых и засоленных почв. При реакции почвенного раствора ниже 4,5 клевер, как правило, выпадает. Лучшими для возделывания клевера лугового являются слабокислые или близкие к нейтральной реакции почвы ( $pH_{KCl} = 5,5–6,5$ ). Известкование кислых почв в севооборотах при выращивании клевера проводится под предшествующую культуру. Оптимальная глубина залегания грунтовых вод 1,0–1,5 м. При более низком уровне залегания грунтовых вод наблюдается вымокание растений.

Клевер 1-го года пользования отрастает несколько раньше, чем 2-го. Период от весеннего отрастания до первого укоса на сено для клевера позднеспелых сортов составляет 65–85 дней, сумма активных температур от 850 до 1050°, раннеспелых – 55–65 дней, сумма активных температур 650–850°.

Одним из значительных преимуществ клевера лугового является его морозоустойчивость. Зимой клевер может выдерживать довольно низкие температуры: он погибает только в случае, если температура в зоне корневой шейки опустится до -15°C. В весенний период клевер также демонстрирует стойкость, погибая лишь при температурных колебаниях от -6 до -10°C.

Клевер луговой относится к влаголюбивым растениям, требующим

особого внимания к условиям влажности почвы. Оптимальные показатели для его роста составляют 70–80% от полной полевой влагоемкости, что делает его достаточно чувствительным к избытку влаги [3]. Не переносит застоя воды и может выдерживать затопление лишь в течение 15 дней, что говорит о его ограниченной устойчивости в условиях длительного переувлажнения [3, 4, 5].

При возделывании культуры важно обращать внимание на выбор сорта, так как от этого во многом зависит не только урожайность, но и качество конечного продукта. Сорта могут отличаться устойчивостью к болезням, сроками созревания и внешними характеристиками. Правильный выбор сорта позволяет оптимально использовать природные условия региона, обеспечивая максимальную реализацию потенциала растений.

В Вологодской области наиболее популярен двуукосный скороспелый сорт Дымковский. Период от весеннего отрастания до цветения у него составляет от 62 до 74 суток. Обладает высокой зимостойкостью.

По данным государственного реестра селекционных достижений, в Вологодской области возможно возделывание сорта Агат, выведенного в 2023 году. Вегетационный период его составляет 66 дней.

Также можно рассмотреть сорт Леммон, включенный в Госреестр по Северо-Западному региону, – двуукосный сорт с ранним – средним временем цветения.

Наряду с клевером луговым основной культурой полевых севооборотов с двух- и трехлетним периодом пользования в Нечерноземной зоне России является тимофеевка луговая, высеваемая в смеси с предыдущим.

Корневая система тимофеевки является мочковатой и располагается в основном в верхнем пахотном слое почвы. Такое распределение корней особенно важно, так как эта культура требует стабильной влажности корнеобитаемого слоя.

Тимофеевка хорошо переносит глубокий снежный покров и ранние заморозки, что обеспечивает ее выживаемость и продолжительность жизненного цикла без значительных потерь [4]. Ее ценность объясняется меньшей требовательностью к почвам и климатическим условиям.

Самым популярным сортом тимофеевки луговой в большинстве предприятий Вологодской области является Ленинградская 204. Сорт отличается зимостойкостью и устойчивостью к полеганию.

Хорошей зимостойкостью и устойчивостью к полеганию обладает сорт Мерлин, включенный в Госреестр по Северо-Западному региону. Период от весеннего отрастания до хозяйственной годности составляет 45 дней [5].

Таковыми же полезными характеристиками отличаются сорта Гипаст, Магулена и Федоро.

Для получения высокого урожая зеленой массы необходимо использование удобрений, которые дают эффект при определенной системе их применения, в которой один из самых сложных вопросов – установление доз удобрений [1].

С развитием ресурсосберегающих технологий наблюдается активизация внедрения точного земледелия. Автоматизированные системы контроля за состоянием почвы и растений позволяют существенно повысить эффективность использования удобрений. Эти технологии обеспечивают возможность мониторинга в реальном времени и способствуют корректировке дозы удобрений в зависимости от фактических условий на поле [6, 7, 8].

### **Цель исследования**

Дальнейшее повышение эффективности и конкурентоспособности традиционного для Вологодской области молочного скотоводства во многом определяется интенсификацией и стабилизацией производства всех видов кормов с учетом экологической безопасности и ресурсосбережения.

### **Методика и методы исследования**

Дозы удобрений в свою очередь определяются следующими методами.

Определение возможно на основе прямого использования результатов полевых опытов с учетом плодородия почв. Дозы удобрений под различные культуры корректируют в зависимости от агрохимической характеристики почв и уровня агротехники.

Северо-Западным научно-исследовательским институтом разработаны дозы минеральных и органических удобрений в зависимости от содержания питательных веществ в почве и величины планируемой урожайности (рекомендуемые) [7, 8].

Существуют методы расчета доз удобрений на прибавку урожайности культур, метод на планируемый уровень урожайности культур с использованием балансовых коэффициентов использования удобрений и почвы (по Ю.П. Жукову), расчетные методы разные. Рассмотрим вариант расчета доз удобрений на планируемую урожайность (метод элементарного баланса), который определяется с учетом выноса питательных веществ одной тонной урожая и содержанием элементов питания в пахотном слое почвы. Предшественник – ячмень, под который вносится полуперепревший навоз в дозе 40 т/га. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, слабокислая ( $pH_{KCl}$  равен 5,4).

Для достижения оптимальной урожайности клеверо-тимофеечной смеси на пределах Вологодской области важно учитывать агрохимические

свойства почв, климатические условия и своевременно внедрять агротехнические мероприятия [10, 11, 12]. Климат Вологодской области – умеренно-континентальный, с жарким и теплым летом и суровой зимой. Среднесуточная температура воздуха за год составляет 2,9 °С. Среднеокультуренные почвы, где планируется высевать травосмесь, с содержанием легкогидролизуемого азота (N), подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и подвижного калия (K<sub>2</sub>O) на уровнях 75 мг/кг, 145 мг/кг и 153 мг/кг соответственно хорошо подходят для выращивания данной культуры.

Учитывая, что одной тонной зеленой массы клеверо-тимофеечной смеси выносятся 3,8 кг азота (без азотфиксации), 1,2 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 4,5 кг K<sub>2</sub>O, необходимо планировать внесение удобрений таким образом, чтобы компенсировать вынос и поддерживать плодородие почв. Урожайность зеленой массы многолетних трав в условиях Вологодской области может достигать 37 тонн с гектара, что создает значительный спрос на питательные элементы. Следовательно, для формирования урожайности в 37 т/га травосмеси необходимо 140,6 кг/га азота (37 т/га × 3,8 кг/т), 44,4 кг/га фосфора (37 × 1,2) и 166,5 кг/га калия (37 × 4,5), что внесено с первую строку таблицы 1.

Таблица 1 – Вынос основных питательных веществ урожаем из почвы

№ п/п	Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Общий вынос с урожаем, кг/га	140,6	44,4	166,5
2	Содержание в почве, мг/кг	75	145	153
3	Содержание в почве, кг/га	225	435	459
4	Коэффициент использования из почвы, %	20	5	10
5	Возможный вынос из почвы, кг/га	45	21,75	45,9

С помощью этих данных можно провести расчет выноса из почвы N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.

В строку 2 таблицы 1 вносится содержание элементов питания в пахотном слое почвы в мг/кг. В строке 3 таблицы 1 проведен расчет содержания элементов питания (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) в почве в кг/га, учитывая, что в среднем пахотный слой дерново-подзолистой почвы (20–21 см) 1-го га весит 3 млн кг. Тогда содержание азота составит: 75 мг/кг умножаем на 3 000 000 кг/га, получаем 225 000 000 мг/га, или 225 кг/га. А P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O соответственно – 435 кг/га (145 × 3) и 459 кг/га (153 × 3). Учитывая коэффициенты использования элементов питания почвы (строка 4 таблицы 1), определим, что возможный вынос из почвы азота, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O соответствует 45 кг/га, 21,75 и 45,9 кг/га.

На формирование урожая из почвы будет использовано 45 кг/га азота, 21,75 кг/га фосфора, и 45,9 кг/га калия при потребности клеверо-

тимофеечной смеси в питательных веществах в количестве 140,6 кг/га, 44,4 кг/га и 166,5 кг/га соответственно. Для устранения дефицита макроэлементов необходимо вносить удобрения. С удобрениями необходимо внести 95,3 кг/га азота, 22,65 фосфора и 120,6 кг/га калия в действующем веществе.

Часть элементов питания поступит в растения клеверо-тимофеечной смеси с последствием органических удобрений в дозе 40 т/га полуперепревшего навоза. В одной тонне органического вещества содержится 4,5 кг азота, 2,2 кг фосфора и 6 кг калия. При последствии органических удобрений у всех трех элементов коэффициент использования растениями составляет 15%. Тогда из органических удобрений будет использоваться 27 кг/га азота, 13,2 кг/га фосфора и 36 кг/га калия (рисунок 1).

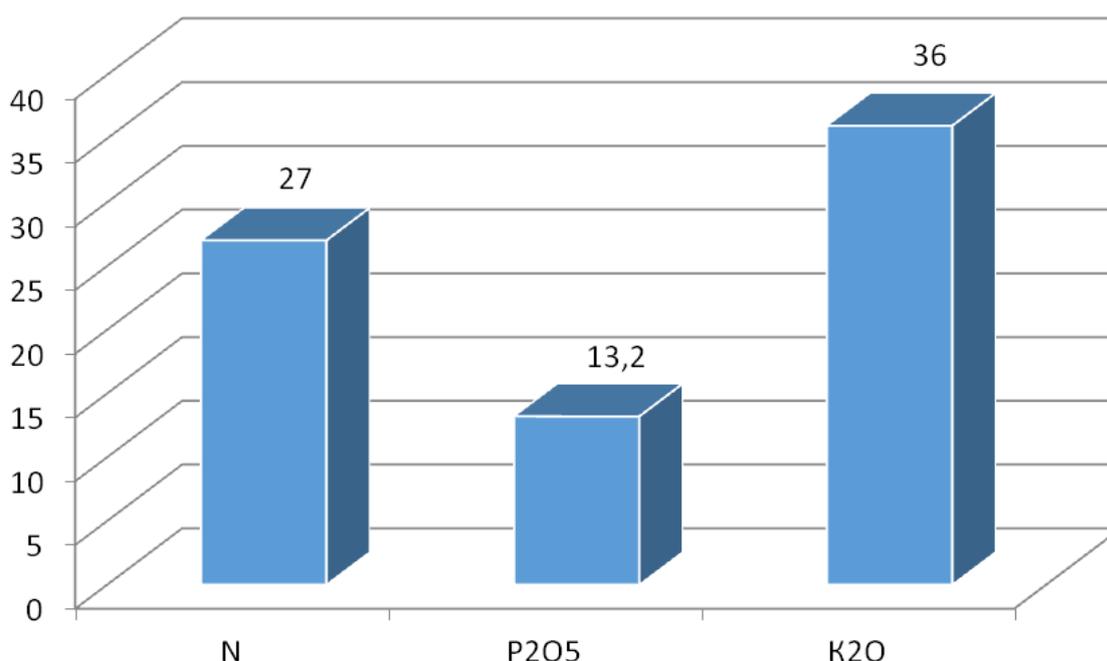


Рисунок 1 – Внесение основных питательных веществ с органическими удобрениями, кг д.в. /га

### Результаты исследований

Таким образом, учитывая что, с органическим веществом во 2-й год действия (или в 1-й год последствия) будет внесено 27 кг/га N, 13,2 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 кг/га K<sub>2</sub>O, общий объем необходимых элементов для достижения полноценного урожая необходимо довести с минеральными удобрениями. Потребление азота, фосфора и калия должно быть оптимально сбалансировано.

Для достижения поставленных целей по урожайности, необходимо внести азота 68,6 кг д.в./га (95,3 кг/га минус 27 кг/га в д.в.) с минеральными удобрениями, что обеспечит полный и сбалансированный

подход к питанию культуры. Фосфора потребуется еще 9,5 кг/га (22,65 минус 13,2), что в совокупности с 13,2 кг/га будет способствовать полноценному развитию растений. В отношении калия необходимо довести 84,6 кг/га (120,6 минус 36 кг/га) для того, чтобы удовлетворить потребности растений в этом важном макроэлементе для лучшего роста и развития, устойчивости растений к стрессовым факторам. Данные заносятся в таблицу 2, первая строчка. В таблице 2 приведен расчет доз внесения минеральных удобрений. Учитывая коэффициент использования элементов питания из минеральных удобрений (строка 2 таблицы 2), потребуется внести с минеральными удобрениями в действующем веществе азота, фосфора и калия, соответственно. 124,7 кг/га, 47,3 и 188 кг/га (строка 3 таблицы 2).

Таблица 2 – Дозы внесения минеральных удобрений

№ п/п	Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га	68,6	9,5	84,6
2	Коэффициент использования из удобрений, %	55	20	45
3	Доза внесения действующего вещества удобрений, кг/га	124,7	47,3	188
4	Содержание действующего вещества, %	15	15	15
5	Доза внесения комплексного удобрения, ц/га	3,15		
6	Доза внесения азотного удобрения (N <sub>аа</sub> ), ц/га	2,28	-	-
7	Доза внесения калийного удобрения (K <sub>с</sub> ), ц/га	-	-	2,34

Комплексный подход к внесению удобрений позволит создать оптимальные условия для формирования высококачественного урожая. Сельскохозяйственные предприятия чаще всего приобретают комплексные (или сложные) минеральные удобрения, что вполне объяснимо их ценово-ресурсными возможностями. Например, комплексное современное удобрение нитроаммофоска NPK(S) в своем составе содержит не только три важнейших макроэлемента в соотношении 15:15:15 (строка 4 таблица 2), но и серу. Сера как элемент обеспечивает высокое качество продукции, например, повышает содержание незаменимых аминокислот в корме и т.д., улучшает усвоение растениями азота, фосфора и калия.

Применять комплексное удобрение целесообразно по элементу, внесение которого требуется в наименьшем количестве. Поэтому необходимо 47,3 кг/га поделить на 15 и умножить на 100, тогда получим

3,15 ц/га – дозу комплексного вносимого удобрения в физическом весе. Так, доза NPK(S) составит 3,15 ц/га (строка 5 таблица 2), что закроет потребность в фосфорных удобрениях. С внесением P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в количестве 47,3 кг/га в виде сложного удобрения в том же объеме будет внесено N и K<sub>2</sub>O.

Недостаток азота и калия можно восполнить внесением калия хлористого (K<sub>Cl</sub>) и аммиачной селитры (Naa).

Содержание действующего вещества в аммиачной селитре составляет 34%, в калии хлористом – 60%. При недостатке N в количестве 77,4 кг/га (124,7 минус 47,3) и K<sub>2</sub>O – в 140,7 кг/га (188 минус 47,3), необходимо внести 2,28 ц/га аммиачной селитры (строка 6 таблицы 2) и 2,34 ц/га калия хлористого (строка 7 таблицы 2).

Неодинаковая степень подвижности элементов питания в почве и потребность в них растений влияет на сроки внесения удобрений. Целесообразно внесение следующим образом:

1. под предшественник – 40 т/га органического удобрения в виде полуперепревшего навоза;
2. под основную обработку почвы вносится весь калий хлористый из расчета 2,34 ц/га, так как калий является менее подвижным элементом, чем азот;
3. перед культивацией вносится комплексное удобрение в дозе 2,15 ц/га и аммиачная селитра 0,76 ц/га;
4. при посеве многолетних трав вносится 1 ц/га комплексного удобрения для лучшей доступности P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> для растений на начальных этапах их роста и развития;
5. весной после схода снега во второй год жизни проводится подкормка аммиачной селитрой из расчета 0,76 ц/га, после первого укоса – вторая из расчета также 0,76 ц/га.

### **Заключение**

Научно-обоснованная система удобрений, адаптированная к конкретным условиям региона, позволяет получать стабильные, программируемые урожаи в соответствии с его природно-климатическим потенциалом.

В условиях Вологодской области на дерново-подзолистой средне-окультуренной почве для получения урожайности зеленой массы смеси клевера с тимофеевкой в 37 т/га необходимо внести 2,28 ц/га аммиачной селитры, 2,34 ц/га калия хлористого и 3,15 ц/га нитроаммофоски NPK(S) с последствием 40 т/га полуперепревшего навоза. Комбинированное применение таких удобрений обеспечивает не только максимальную отдачу от посевов в продуктивности, но и сохранение (и или улучшение) уровня почвенного плодородия.

**Литература :**

1. Публичный годовой отчет о результатах деятельности Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области за 2023 год. URL: <https://agro.gov35.ru/dokumenty/2024/Публичный%20отчет%20за%202023%20год%20ДСХиПР%20ВО%20УТОЧН.pdf>
2. Маклахов, А.В. Кормопроизводство Вологодской области: современное состояние и перспективы развития / А.В. Маклахов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 1 (33). – С. 60–68.
3. Растениеводство: учебник / В.А. Федотов, С.В. Кадыров, Д.И. Щедрина, О.В. Столяров. – Санкт-Петербург: Лань, 2022.
4. Наумкин, В.Н. Региональное растениеводство: учебное пособие / В.Н. Наумкин. – СПб.: Лань, 2022. – 440с.
5. Сорта основных полевых культур, многолетних трав, допущенные к использованию в Северо-Западном регионе и районированные в Вологодской области: учеб.-метод. пособие / сост. О.В. Чухина, А.И. Демидова. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 111 с.
6. Курбанов, С.А. Ресурсосберегающие технологии в земледелии: учебное пособие для магистрантов направления 35.04.04 / С.А. Курбанов, Н.Р. Магомедов, Д.С. Магомедова – Махачкала: Изд-во Дагестанского ГАУ, 2020. – 141 с.
7. Сереброва, И.В. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и ботанический состав травостоев / И.В. Сереброва, В.В. Вахрушева // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – 2001. – № 115. – С. 157–158.
8. Суков, А.А. Особенности системы удобрения сельскохозяйственных культур на европейском севере России: учебное пособие / А.А. Суков, О.В. Чухина, Н.В. Токарева, А.Н. Налиухин. – Вологда ; Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 207 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Эффективность агротехнологических приемов возделывания многолетних бобово-злаковых трав / Н.Г. Малков, А.Н. Перекопский, О.В. Чухина, А.И. Демидова, А.И. Михайлюк // АгроЭкоИнженерия. – 2023. – № 1 (114). – С. 103–115.
11. Анализ применения минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области / О.В. Чухина, О.А. Власова, А.Л. Бирюков, А.И. Демидова, Н.С. Демидов. – Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 3 (51). – С. 160–174.

12. Урожайность зеленой массы и сбор «сырого» белка различными сортами клевера лугового в Вологодской области / О.В. Чухина, А.И. Демидова, М.А. Розова, К.Г. Довлатбекян, А.А. Науменко // Сельское и лесное хозяйство: инновационные направления развития: сб. науч. трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2021. – С. 64–68.

### References:

1. *Publichnyy godovoy otchet o rezul'tatakh deyatel'nosti Departamenta sel'skogo khozyaystva i prodovol'stvennykh resursov Vologodskoy oblasti za 2023 god* [Public Annual Report on Performance of the Department of Agriculture and Food Resources of the Vologda Region for 2023]. Available at: <https://agro.gov35.ru/dokumenty/2024/Публичный%20отчет%20за%202023%20год%20ДСХиПР%20ВО%20УТОЧН..pdf> - (In Russian) – Text electronic

2. Maklakhov A. V. Forage production in the Vologda Region: current state and development prospects. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the APK of the Upper Volga Region], 2016, no. 1 (33). (In Russian) – Text direct

3. Fedotov V. A., Kadyrov S. V., Shchedrina D. I., Stolyarov O. V. *Rasteniyevodstvo: uchebnik* [Crop Farming: a Textbook]. Saint Petersburg, Lan` Publ., 2022. (In Russian) – Text direct

4. Naumkin V. N. *Regional'noe rasteniyevodstvo: Uchebnoe posobie* [Regional Crop Farming: a Textbook]. Saint Petersburg, Lan` Publ., 2022. 440 p. (In Russian) – Text direct

5. 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: uchebnoe posobie* [Varieties of Main Field Crops, Perennial Grasses, Approved for Use in the North-West Region and Zoned in the Vologda Region: a Textbook]. Vologda-Molochnoe, FGBOU VO Vologda State Farming Academy Publ., 2018. 111 p. (In Russian) – Text direct

6. Kurbanov S. A., Magomedov N. R., Magamedova D. S. *Resursosberegayushchie tekhnologii v zemledelii: uchebnoe posobie dlya magistrantov napravleniya 35.04.04* [Resource-Saving Technologies in Agriculture: a Textbook for Master's Degree Students of Direction 35.04.04]. Makhachkala, Dagestan State Agrarian University Publ., 2020. 141 p. (In Russian) – Text direct

7. Serebrova I. V., Vakhrusheva V. V. The influence of organic and mineral fertilizers on the yield and botanical composition of standing grass crops. *Byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta agrokhimii im. D.N. Pryanishnikova* [Bulletin of the All-Russian Research

Institute for Agrochemistry Named after D. N. Pryanishnikov], 2001, no. 115, pp. 157-158. (In Russian) – Text direct

8. Sukov A. A., Chukhina O. V., Tokareva N. V., Naliukhin A. N. *Osobennosti sistemy udobreniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na evropeyskom severe Rossii: Uchebnoe posobie* [Features of the Fertilization System of Agricultural Crops in the European North of Russia: a Textbook]. Vologda – Molochnoe, FGBOU VO Vologda State Farming Academy Publ., 2018. 207 p. (In Russian) – Text direct

9. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 5th ed., revised and added, 1985. 351 p. (In Russian) – Text direct

10. Malkov N. G., Perekopskiy A. N., Chukhina O. V., Demidova A. I., Mikhaylyuk A. I. Efficiency of agrotechnological methods for cultivating perennial legume-cereal grasses. *AgroEkoInzheneriya* [AgroEcoEngineering], 2023, no. 1(114), pp. 103-115. (In Russian) – Text direct

11. Chukhina O.V., Vlasova O. A., Biryukov A. L., Demidova A. I., Demidov N. S. 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

12. Chukhina O. V., Demidova A. I., Rozova M. A. , Dovlatbekyan K. G., Naumenko A. A. Green mass yield and collection of «crude» protein by different varieties of red clover in the Vologda Region. *Sel'skoe i lesnoe khozyaystvo: innovatsionnye napravleniya razvitiya. Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Agriculture and Forestry: Innovative Directions for Development. Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation], 2021, pp. 64-68. (In Russian) – Text direct

## Fertilizer rate calculation for clover-and-timothy mixture

Chukhina Ol`ga Vasil`evna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: dekanagro@molochnoe.ru

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

Demidova Anna Ivanovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: vologdademidova@mail.ru

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

Lisina Anastasiya Sergeevna, a Master`s Degree student

e-mail: nastya.lisina.2002@mail.ru

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

Biryukov Aleksandr Leonidovich, Candidate of Sciences (Engineering), Head of the Department for Energy Resources and Technical Service

e-mail: biryukov\_alex@mail.ru

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

**Keywords:** mixture of red clover and timothy grass, complex fertilizer, ammonium nitrate, potassium chloride, organic fertilizer, perennial grasses, productivity, system.

**Abstract.** Rational use of fertilizers contributes to the growth of perennial grass yields and is one of the fundamental elements of agricultural technology, allowing increasing their productivity. Agricultural crops impose specific requirements on various fertilizer elements, thus it is necessary to ensure the optimal amount of each factor for plant life to increase their productivity. Perennial grasses are characterized by a complex of positive biological and ecological properties, they are indispensable components of stable agrocenoses, and, for example, they improve the soil structure, increase its water-holding capacity, and enrich it with organic matter. To realize the productivity potential of these plants, it is necessary to use a scientifically sound fertilizer system. In this regard, an important aspect is the selection of appropriate optimal types of fertilizers and strict adherence to the regulations for their application, taking into account the agrochemical characteristics of the soil of plough layer of a particular field, which ensures an increase in the efficiency of their use. The article analyzes the effect of calculated doses of fertilizers and the timing of their application on the yield of a grass mixture of clover with timothy grown in the Vologda Region.

## Мясное скотоводство в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодчины

Шестаков Денис Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела сельскохозяйственного консультирования и сводной отчетности

e-mail: d.shestakov17@yandex.ru

Бюджетное учреждение агропромышленного комплекса Вологодской области «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса»

Механикова Марина Вениаминовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru

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

Бильков Валентин Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: vab1725@yandex.ru

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

Бургомистрова Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: Olgabyrgomistrova@mail.ru

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

Литвинова Наталия Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: vooop.35@yandex.ru

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

**Ключевые слова:** мясное скотоводство, мясные породы, молочные породы, выращивание, откорм, система «корова – теленок», крестьянские (фермерские) хозяйства, Вологодская школа фермера, государственная поддержка, гранты, программа.

**Аннотация.** Изучена возможность развития мясного специализированного скотоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодской области. Обобщен опыт производства говядины за счет выращивания и откорма крупного рогатого скота как молочных пород по традиционной технологии в условиях ферм на 100–200 скотомест с привязным содержанием и без привязи, так и специализированных мясных пород в облегченных помещениях по системе «корова – теленок». Показана роль Вологодской школы фермера при Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина, в которой по поручению губернатора Вологодской области и под патронажем Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов области, бюджетного учреждения агропромышленного комплекса Вологодской области «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса» и Вологодского филиала ПАО «Россельхозбанк» успешно идет обучение начинающих фермеров по направлению «Мясное скотоводство». Показаны также направления и механизм государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы» на основе грантов «Агростартап» и «Развитие семейной фермы».

## **Введение**

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации определены контрольные цифры по производству мяса, в том числе говядины [5]. Поэтому увеличение производства мяса крупного рогатого скота, в том числе за счет выращивания молодняка специализированных мясных пород как на федеральном, так и на региональном уровнях [1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 12, 15], становится одной из первоочередных задач перед областной и муниципальной властью, фермерами и ВГМХА им. Н.В. Верещагина.

Цель исследования – изучить возможность развития мясного специализированного скотоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах (КФХ) Вологодской области.

Задачи исследования: обобщить опыт производства говядины в крестьянских (фермерских) хозяйствах по традиционной технологии выращивания и откорма крупного рогатого скота молочных пород в

условиях ферм на 100–200 скотомест с привязным содержанием и без привязи, а также по системе «корова – теленок», которая является ключевым элементом технологии в мясном специализированном скотоводстве при получении мраморной говядины от мясных пород скота. Показать эффективность Вологодской школы фермера по подготовке кадров по направлению «Мясное скотоводство».

### **Материалы, методы и объекты исследования**

Работа выполнена на материалах:

– 43 крестьянских (фермерских) хозяйств Вологодской области, специализирующихся на производстве говядины в молочном и мясном скотоводстве;

– бюджетного учреждения агропромышленного комплекса Вологодской области «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса»;

– Вологодской школы фермера.

При обработке материалов использовали статистические методы, графические и табличные приемы [7, 9], а также программное обеспечение для персональных компьютеров Microsoft Word, Microsoft Excel.

### **Результаты исследования**

В агропромышленном комплексе Вологодской области главная роль традиционно отводится молочному скотоводству, которое в настоящее время интенсивно развивается. Так, по итогам 2023 года надой на фуражную корову достиг в сельскохозяйственных организациях 8867 кг (1990 год – 2700 кг), что на 14% выше общероссийского показателя, а валовое производство молока составило 640,2 тыс. тонн. В регионе практически вся говядина производилась ранее и сейчас от молочных пород скота. В то же время интенсификация молочного скотоводства сопровождалась существенным сокращением поголовья крупного рогатого скота, в том числе коров, а, следовательно, сокращением откормочного поголовья [2, 11] и убыточностью его откорма (табл. 1). Как результат, в Вологодской области за 1990–2023 годы почти в четыре раза снизилось производство говядины, соответственно и производство мяса на душу населения области [2, 11] (рисунки 1, 2).

В Российской Федерации на 1 января 2023 года мясным скотоводством занимались 348 племенных хозяйств, в которых было пробонитировано 358,3 тыс. голов крупного рогатого скота разных пород, из них 7,1 тыс. быков-производителей и 185,1 тыс. коров, в том числе: в Северо-Западном федеральном округе (в 11 хозяйствах) – 16029 голов крупного рогатого скота (471 бык-производитель, 8865 коров); в Вологодской области (в трех хозяйствах) – 87 голов крупного рогатого скота, из них 3 быка-производителя и 41 корова герефордской и абердин-ангусской пород [7].

Таблица 1 – Эффективность производства мяса крупного рогатого скота в Вологодской области

Показатель	Годы		
	2021	2022	2023
Среднесуточный прирост живой массы КРС в сельхозорганизациях, г	678	707	706
Средняя живая масса 1 головы реализованного на убой крупного рогатого скота, кг: Сельхозорганизации	421	445	444
Крестьянские (фермерские) хозяйства	320	317	317
Население	243	243	232
Себестоимость производства прироста живой массы КРС, руб.	22910,0	23981,3	23720,1
Себестоимость реализации КРС (в живом весе), руб.	18523,2	20166,9	20808,9
Цена реализации 1 ц мяса КРС (в живом весе), руб.	12730,8	14472,3	14923,5
Убыток от реализации 1 ц мяса КРС, руб.	-5792,4	-5694,6	-5885,4
Уровень рентабельности, %	-31,3	-28,2	-28,3

В Вологодской области основную долю мяса крупного рогатого скота производят сельхозорганизации области (около 90%), население 7,7% и крестьянские (фермерские) хозяйства – всего 2,4% [2,9]. Весомым резервом увеличения производства говядины, на наш взгляд, могут стать крестьянские (фермерские) хозяйства и семейные фермы, специализирующиеся на разведении мясных пород крупного рогатого скота с содержанием животных круглый год в облегченных помещениях и с максимальным использованием пастбищного периода. Для этого в регионе имеются земельные ресурсы (площадь сельхозугодий – 1096 тыс. га, в т.ч. сенокосов и пастбищ – 330 тыс. га), трудовые ресурсы (сельское население – 310 тыс. чел., число зарегистрированных КФХ, осуществляющих производственную деятельность – 160, число хозяйств (семей), имеющих приусадебные участки – 361 тыс. человек) [8].

В регионе сельхозпроизводителям оказывается государственная поддержка за счет средств областного бюджета в виде субсидий на производство мяса по трем направлениям: с 2018 года – мясо крупного рогатого скота, с 2019 года – мясо свиней, с 2020 года – мясо птицы.

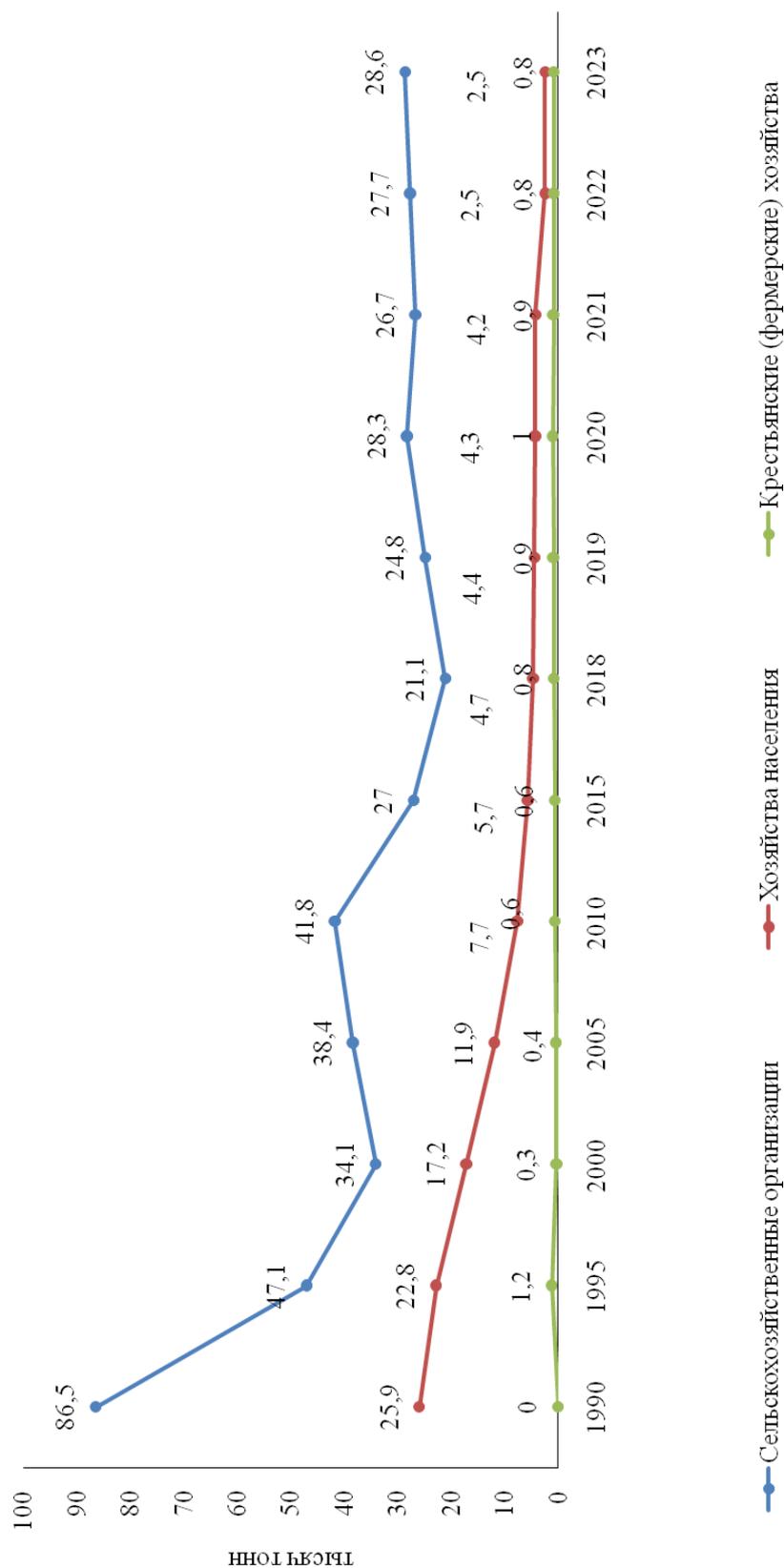


Рисунок 1 – Динамика производства мяса в Вологодской области по категориям хозяйств (в убойном весе), тыс. т

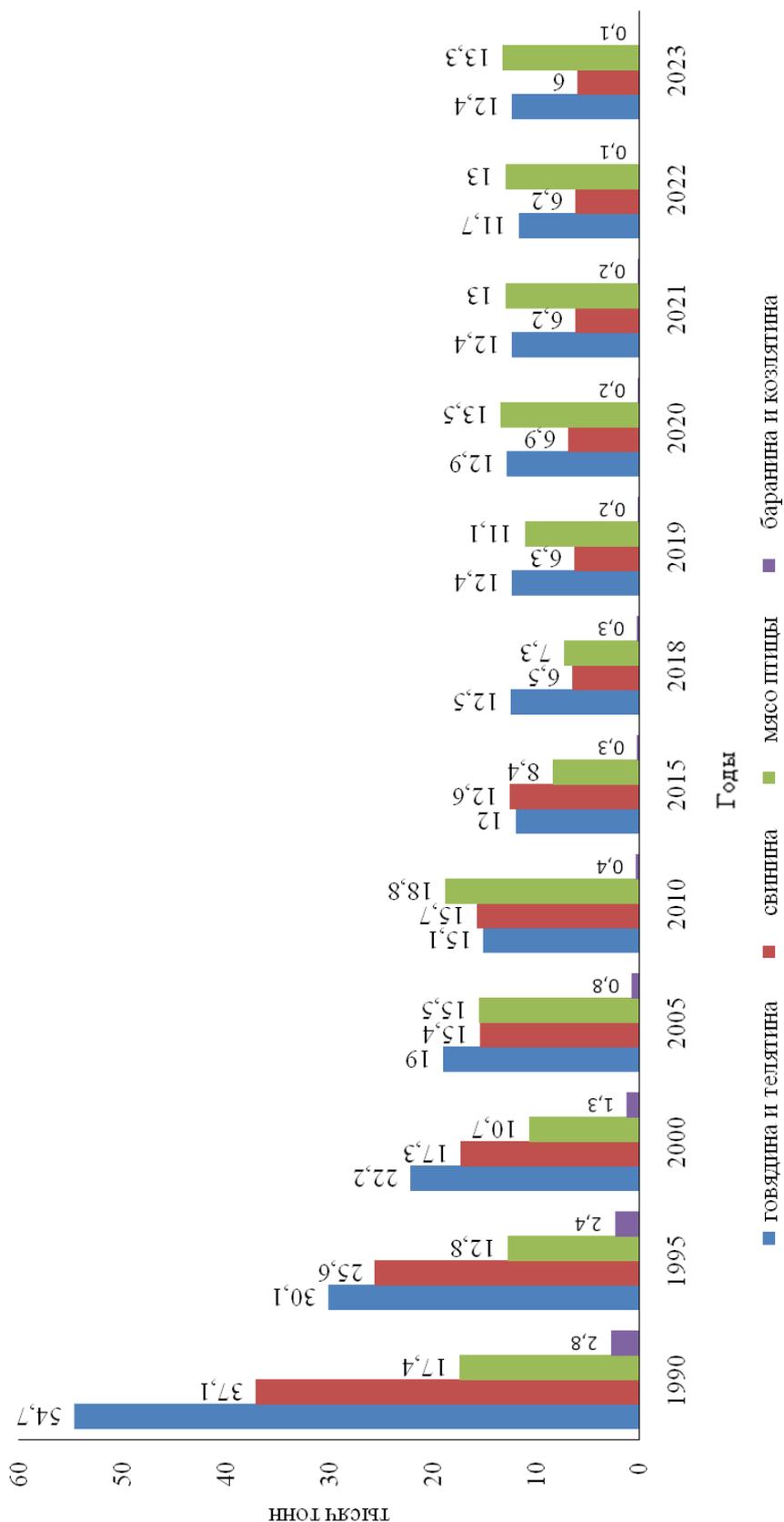


Рисунок 2 – Динамика производства мяса по видам в Вологодской области в хозяйствах всех категорий (в убойном весе), тыс. т

Субсидии предоставляются по ставкам за 1 килограмм живого веса птицы, молодняка крупного рогатого скота, молодняка свиней, выращенных и реализованных на убой и (или) выращенных и отгруженных на собственную переработку. С 2021 года субсидии увеличены до 26,10 руб. на молодняк крупного рогатого скота, 15,20 руб. – на молодняк свиней и 1,90 руб. – на птицу. Кроме того, заявителям с 2021 года единовременно выплачивается надбавка за прирост поголовья коров мясного направления продуктивности по ставке в размере 60 тыс. рублей на 1 голову прироста живой массы. В 2019–2021 гг. государственная поддержка в виде субсидий на производство мяса составила 63, 160,5 и 210 млн рублей соответственно.

С целью развития крестьянских (фермерских) хозяйств и увеличения их доли в производстве говядины и телятины в Вологодской области предусмотрены различные меры государственной поддержки. Так, по программе «Вологодский гектар» выделяются земельные участки для КФХ в Никольском, Вашкинском, Вожегодском, Бабаевском, Вытегорском и Харовском районах площадью до 10 га. В рамках программы «Развитие агропромышленного и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» фермерам оказывается государственная поддержка из федерального и областного бюджетов: на растениеводство – на 1 гектар посевной площади, на приобретение семян, на производство льнопродукции, на возмещение части затрат при оформлении в собственность используемых земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения, на животноводство – на 1 кг реализованного молока, на производство мяса, на приобретение сельхозтехники и оборудования, в том числе для переработки сельхозпродукции, на строительство, реконструкцию и модернизацию различных объектов агропромышленного комплекса. Так, в 2020 году по программе на поддержку крестьянских (фермерских) хозяйств было направлено 140 млн рублей. С 2017 года реализуется механизм льготного кредитования, предусматривающий предоставление краткосрочных и инвестиционных кредитов, процентная ставка по которым составляет не менее одного и не более пяти процентов годовых.

В рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной инициативы» в 2019–2020 гг. в Вологодской области осуществлялась реализация проекта «Создание системы поддержки фермеров и развития сельскохозяйственной кооперации», а с 2021 года эти мероприятия вошли в состав регионального проекта «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства» национального проекта «Малое и среднее предпринимательство» и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы».

Кроме того, государственной программой «Развитие агропромыш-

ленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы» предусмотрена финансовая поддержка на основе грантов «Агростартап» и «Развитие семейной фермы» (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Поддержка фермеров – получателей гранта «Агростартап» (2019–2023 гг.)

<b>Годы</b>	<b>Количество получателей гранта</b>	<b>Общая сумма гранта, руб.</b>	<b>Направления деятельности КФХ, на который предоставлен грант «Агростартап»</b>
2019	2	5 970 000,00	Разведение и содержание КРС мясного направления продуктивности, выращивание плодовых и ягодных культур
2020	3	10 019 895,84	Разведение и содержание КРС мясного направления продуктивности, овощеводство закрытого грунта
2021	4	10 108 500,00	Разведение и содержание кроликов, выращивание картофеля, развитие пчеловодства
2022	11	34 754 614,00	Развитие пчеловодства, разведение и содержание КРС мясного направления продуктивности, разведение и содержание КРС молочного направления продуктивности, выращивание картофеля
2023	9	35 858 125,00	Развитие пчеловодства, разведение и содержание КРС мясного направления продуктивности, разведение и содержание КРС молочного направления продуктивности, выращивание картофеля, разведение и содержание птицы

За три года реализации программы на развитие мясного скотоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах области из областного бюджета выделено свыше 40 млн рублей, в том числе: в 2021 году – около 30 млн рублей, 2022 году – более 15 млн рублей и в 2023 году – более 10 млн рублей. За 9 месяцев 2024 года фермеры уже получили 33 млн рублей.

Таблица 3 – Поддержка фермеров – получателей гранта на развитие семейной фермы

<b>Годы</b>	<b>Размер грантовой поддержки, руб.</b>	<b>Направление деятельности получателей гранта</b>
2020	7 200 000,00	Кролиководство
2021	4200 000,00	Разведение и содержание крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (производство молока)
2021	7 155 600,00	Разведение и содержание крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (производство мяса)
2021	11 217 711,69	Разведение и содержание крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (производство мяса)
2022	11 623 833,12	Разведение и содержание крупного рогатого скота мясного направления продуктивности (производство мяса)
2022	7 808 850,00	Овцеводство
2023	25 643 172,00	Разведение и содержание крупного рогатого скота молочного направления продуктивности
2023	27 058 859,89	Выращивание картофеля и (или) овощей
2023	6 723 553,11	Разведение и содержание птицы

Существенную помощь в достижении целевых показателей Госпрограммы области по развитию мясного скотоводства оказывает Школа фермера Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина, в которой по поручению губернатора Вологодской области и под патронажем Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов области, БУ «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса» и Вологодского Филиала ПАО «Россельхозбанк» успешно идет обучение начинающих фермеров по направлению «Мясное скотоводство». Так, за три года (2022–2024 гг.) успешно прошли обучение в Школе фермера и получили сертификаты более 80 слушателей, в том числе из Белозерского, Вашкинского, Вологодского, Велико-Устюгского, Верховажского, Вытегорского, Грязовецкого, Тарногского, Тотемского, Сокольского, Никольского, Нюксенского, Усть-Кубенского округов.

Интерес слушателей к обучению в школе фермера ВГМХА по направлению «Мясное скотоводство» с каждым годом растет. Так, из 26 выпускников, защитивших бизнес-проекты 1 ноября 2024 года, 17 фермеров занимаются или планируют заниматься мясным скотоводством. Кроме того, фермеры заинтересованы и в организации собственного мясоперерабатывающего цеха на территории КФХ, финансовая под-

держка этого направления предусмотрена действующими грантами «Агростартап» и «Развитие семейной фермы».

В 2023 году выращиванием и откормом крупного рогатого скота в Вологодской области занимались 43 крестьянских (фермерских) хозяйств, из них 16 хозяйств специализировались на разведении мясных герефордской и абердин-ангусской пород и их помесей (в четырех хозяйствах). Доля 20 хозяйств в производстве мраморного мяса в живом весе составляет 37% с долей специализированных мясных пород (45,5%) от общего откормочного поголовья в крестьянских (фермерских) хозяйствах области (таблица 4).

Таблица 4 – Выращивание и откорм мясных, молочных и помесных пород крупного рогатого скота в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодской области (2023 год)

Показатели	КФХ, крупный рогатый скот (43 хозяйства)			
	Всего	Мясные породы	Помеси (гф хчп, аахчп)	Молочные породы
Поголовье КРС, гол.	3475	1429	154	1892
в т.ч. коров, гол.	941	538	56	347
Произведено мяса в живом весе, т	715,9	169,8	97,9	448,2
Реализовано мяса в живом весе, т	700,4	220,1	9,3	471,1

В настоящее время большинство фермеров Вологодской области при выращивании и откорме скота используют имеющиеся старые фермы на 100–200 скотомест с привязным содержанием и без привязи (табл. 5). В тоже время именно в крестьянских (фермерских) хозяйствах области наиболее успешно применяется технология мясного специализированного скотоводства по системе «корова – теленок». В качестве примера можно привести КФХ ИП Нестеровой Л.В. в Никольском округе, в котором единовременно по системе «корова – теленок» содержится 179 коров с общим поголовьем абердин-ангусской породы около 500 голов и производством мяса в живом весе 60–70 т ежегодно, а в Нюксенском округе в КФХ Комарова Р.В. по технологии мясного скотоводства содержится 24 коровы с общим поголовьем молодняка герефордской породы 58 голов и производством мяса около 7 т. В этих хозяйствах вот уже почти 10 лет успешно отрабатывается технология специализированного мясного скотоводства.

Таблица 5 – Опыт выращивания и откорма мясных пород КРС в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодской области (2023 год)

Показатели	КФХ, мясная порода КРС		
	Комарова Р.В. (геррефордская) Нюксенский округ	Заречье (абердин- ангусская) Тарногский округ	ИП Чонка (геррефордская) Грязовецкий округ
	Технология, способ содержания		
	корова-теленки на подсосе, беспривязный	привязный	беспривязный в групповых клетках
Поголовье, всего, гол.	58	134	81
в т.ч. коров	24	40	10
Произведено мяса в живом весе, т	6,6	2,5	36,9
Реализовано мяса в живом весе, т	6,6	8,94	7,8
Затраты на корма, тыс. руб.	136,0	968,0	503,0
Выручка от реализации мясного скота, тыс. руб.	1881,0	2331,0	1094,0

Ряд крестьянских (фермерских) хозяйств с целью организации мясных специализированных ферм и развития мясного скотоводства получили грант «Агростартап» на приобретение нетелей мясных пород и кормозаготовительной техники, аренды земли для кормопроизводства и др. Так, глава КФХ «Вологодские зори» Денис Тетерин получил грант «Агростартап» в размере 6,3 млн рублей. На арендуемом участке земли в Вологодском округе недалеко от пос. Надеево он построил ферму облегченного типа для мясного скота на 50 скотомест, заготовил корма, приобрел 25 стельных коров геррефордской породы, трактор, пресс-подборщик, косилку. Кроме того, в соответствии с действующим земельным законодательством крестьянскому (фермерскому) хозяйству Д. Тетерина «Вологодские зори» на льготных условиях предоставлены 28 га земли в аренду без проведения торгов на 5 лет. Эту площадь весной планируется засеять многолетними травами для выпаса коров геррефордской породы с телятами по системе «корова – теленок» до их отъема при достижении живой массы 250–300 кг.

Грант также получил фермер Е.А. Голубев из Череповецкого округа и закупил нетелей мясной галловейской породы, которая приспособлена к зимнему содержанию в условиях Северо-Запада России, нетребовательна и может добывать корм даже из-под снега.

Таким образом, комплексный подход к развитию крестьянских (фермерских) хозяйств по выращиванию и откорму специализированных мясных пород крупного рогатого скота уже в ближайшие годы позволит существенно увеличить производство говядины и телятины в регионе.

### Литература:

1. Амерханов Х.А. Производство говядины: состояние, тенденции и перспективы / Х.А. Амерханов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 3. – С. 2–5.
2. Бильков В.А. Промышленное скрещивание молочного скота с быками мясных пород для увеличения производства высококачественной говядины / В.А. Бильков // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 2 (52), II кв. – С. 45–59.
3. Государственная программа «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы» (от 26.08.2019 № 791).
4. Грибов, А.В. Новые подходы к развитию специализированного мясного скотоводства в Республике Беларусь / А.В. Грибов // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2015. – С. 76–78.
5. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425> (дата обращения 18.12.2020).
6. Джуламанов, К.М. Формирование мясной продуктивности герфордских бычков разных типов телосложения во взаимосвязи с факторами внешней среды / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т. 103. – № 2. – С. 57–67.
7. Мясная продуктивность бычков разного направления продуктивности / А.Г. Донецких, С.А. Грикшас, П.А. Корневская, А.В. Гурин // Главный зоотехник. – 2022. – № 1. – С. 10–18.
8. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – Москва; пос. Лесные Поляны: ВНИИплем, 2023. – 442 с.
9. Костюк, Р. Парадокс мясного скотоводства / Р. Костюк // Животноводство России. – 2022. – № 6 – С. 54–57.
10. Молочное скотоводство России / под ред. Н.И. Стрекозова, Х.А. Амерханова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва, 2013. – 616 с.
11. Статистический ежегодник Вологодской области. 2023. Вологда: Вологдастат, 2024. – 339 с.
12. Сударев, Н.П. Мясное скотоводство в Российской Федерации и перспективы его развития / Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, Т.Н. Щукина // Зоотехния. – 2018. – № 2. – С. 24–25.

13. Чуворкина, Т.Н. Роль крестьянских (фермерских) хозяйств в аграрном производстве Пензенской области / Т.Н. Чуворкина, О.Ф. Кадыкова // Региональные проблемы развития малого агробизнеса: сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – С. 92–95.

14. Выращивание и разведение крупного рогатого скота породы герфорд в крестьянском (фермерском) хозяйстве / Т.Н. Чуворкина О.Ф. Кадыкова, С.Н. Алексеева, Н.М. Гурьянова // Нива Поволжья. – 2020. – № 4 (57). С. 74–79.

15. Производство говядины: состояние и перспективы / Г.И. Шичкин, С.В. Лебедев, Р.В. Костюк, Д.Г. Шичкин // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 8. – С. 2–5.

16. Шишкина, Т.В. Откормочные и мясные качества герфордской породы в условиях крестьянско-фермерского хозяйства / Т.В. Шишкина // Сурский вестник. – 2018. – № 3 (3). – С. 46–49.

17. Шишкина, Т.В. Пути повышения эффективности производства говядины в мясном скотоводстве Пензенской области / Т.В. Шишкина, А.А. Наумов // Главный зоотехник. – 2018.– № 12.– С. 39–46.

### **References:**

1. Amerkhanov Kh. A. Beef production: state, trends and prospects. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2004, no. 3, pp. 2-5. (In Russian) – Text direct

2. Bil`kov V. A. Industrial crossbreeding of dairy cattle with beef bulls to increase the production of high-quality beef. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 2 (52), pp. 45-59. (In Russian) – Text direct

3. *Gosudarstvennaya programma «Razvitie agropromyshlennogo i rybnokhozyaystvennogo kompleksov Vologodskoy oblasti na 2021 – 2025 gody» (ot 26.08.2019 № 791)* [National Program «Development of Agroindustrial and Fishery Complexes of the Vologda Region for 2021 - 2025 Years» (Dated August 26, 2019, No. 791)]. (In Russian) – Text direct

4. Gribov A. V. New approaches to the development of specialized beef cattle breeding in the Republic of Belarus. *Aktual'nye problemy innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Belarusi: materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Current Issues of Innovative Development of Agroindustrial Complex of Belarus: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference]. Gorki, the Belorussian State Agricultural Academy Publ., 2015, pp. 76-78. (In Russian) – Text direct

5. *Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii, utv. Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21.01.2020 g. № 20* [Conception of Food Safety of the Russian Federation, Approved by the Decree of the President of the Russian Federation from January 21, 2020, No. 20]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425> (accessed December 18, 2020). (In Russian) – Text electronic

6. Dzhulamanov K. M., Gerasimov N. P. Development of beef productivity of Lineback bulls of different body types in the relation to environmental. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Farming and Fodder Production], 2020, V. 103, no. 2, pp. 57-67. (In Russian) – Text direct
7. Donetskikh A. G., Griksas S. A., Korenevskaya P. A., Gurin A. V. Beef productivity of steers of different productivity directions. *Glavnyy zootekhnik* [Chief Zootechnician], 2022, no. 1, pp. 10-18. (In Russian) – Text direct
8. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v myasnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy federatsii* [Yearbook on Breeding Work in Beef Cattle Breeding in Farms of the Russian Federation]. Moscow, the settlement of Lesnye Polyany, VNIIPlem Publ., 2023. 442 p. (In Russian) – Text direct
9. Kostyuk R. Paradox of beef cattle breeding. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Farming of Russia], 2022, no. 6, pp. 54-57. (In Russian) – Text direct
10. *Molochnoe skotovodstvo Rossii* [Dairy Cattle Breeding of Russia]. The 2nd revised and enlarged ed., under the editorship of N. I. Strekozov and Kh. A. Amerkhanov. Moscow, 2013. 616 p. (In Russian) – Text direct
11. *Statisticheskiy ezhegodnik Vologodskoy oblasti v 2023 godu* [Statistical Yearbook of the Vologda Region in 2023]. Vologda, Vologdastat Publ., 2024. 339 p. (In Russian) – Text direct
12. Sudarev N. P., Abylkasymov D., Shchukina T. N. Beef cattle breeding in the Russian Federation and prospects for its development. *Zootekhniya* [Animal Science], 2018, no. 2, pp. 24-25. (In Russian) – Text direct
13. Chuvorkina T. N., Kadykova O. F. Role of peasant (owner-operated) farms in agrarian production of the Penza Region. *Regional'nye problemy razvitiya malogo agrobiznesa: sbornik statey VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Regional Problems of Small Agribusiness Development: Proceedings of the VI All-Russian Research-to-Practice Conference]. Penza, PGAU RIO Publ., 2018, pp. 92-95. (In Russian) – Text direct
14. Chuvorkina T. N., Kadykova O. F., Alekseeva S. N., Gur`yanova N. M. Cultivation and breeding of Lineback cattle in the peasant (owner-operated) farm. *Sel'skokhozyaystvennye nauki. Niva Povolzh'ya* [Agricultural Sciences. Niva Povolzh`ya], 2020, no. 4 (57), pp. 74-79. (In Russian) – Text direct
15. Shichkin G. I., Lebedev S. V., Kostyuk R. V., Shichkin D. G. Beef production: state and prospects. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and Beef Cattle Breeding], 2021, no. 8, pp. 2-5. (In Russian) – Text direct
16. Shishkina T. V. Fattening and beef qualities of the Lineback breed under the conditions of a peasant farm. *Surskiy vestnik* [Sursk Bulletin], 2018, no. 3(3), pp. 46-49. (In Russian) – Text direct
17. Shishkina T. V., Naumov A. A. Ways to improve the efficiency of beef production in beef cattle breeding in the Penza Region. *Glavnyy zootekhnik* [Chief Zootechnician], 2018, no. 12, pp. 39-46. (In Russian) – Text direct

## Beef Cattle Breeding in Peasant (Farm) Households of the Vologda Region

Shestakov Denis Vladimirovich, Candidate of Sciences (Agriculture), Head of the Department of Agricultural Consulting and Consolidated Reporting

e-mail: d.shestakov17@yandex.ru

The Budgetary Institution of the Agro-Industrial Complex of the Vologda Region the Vologda Information and Advisory Service Center of the Agro-Industrial Complex

Mekhanikova Marina Veniaminovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Animal Science and Biology

e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru

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

Bil'kov Valentin Alekseevich, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, the Department of Animal Science and Biology

e-mail: vab1725@yandex.ru

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

Burgomistrova Olga Nikolaevna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Animal Science and Biology

e-mail: Olgabyrgomistrova@mail.ru

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

Litvinova Natalia Yur'evna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Department of Animal Science and Biology

e-mail: vooop.35@yandex.ru

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

**Keywords:** beef cattle breeding, beef and dairy breeds, raising, fattening, cow-calf system, peasant (farm) households, Vologda Farmer's School, state support, grants, program.

**Abstract.** The possibility of developing specialized beef cattle breeding in peasant (farm) households of the Vologda Region was studied. The experience of beef production in peasant farms was summarized, both by raising and fattening dairy cattle using traditional technology in farms with 100-200 cattle stalls with tie-up and loose housing systems, and specialized beef breeds in simplified premises using the cow-calf system. The role of the Vologda Farmer's School at the Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin is shown, which, on behalf of the Governor of the Vologda Region and under the patronage of the Department of Agriculture and Food Resources of the Region, the Budgetary Institution of the Agro-Industrial Complex of the Vologda Region the Vologda Information and Advisory Service Center of the Agro-Industrial Complex and the Vologda Branch of PAO Rossel`khozbank (Public Joint Stock Company), successfully trains novice farmers in the direction of Beef Cattle Breeding. The directions and mechanism of state support for peasant (farm) households within the State Program «Development of Agro-Industrial and Fishery Complexes of the Vologda Region for 2021-2025» based on the grants «Agrostartup» and «Development of a Family Farm» are also shown.

## Экологические и технические аспекты актуализации справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство напитков, молока и молочной продукции»

Кузин Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент  
e-mail: pronich@molochnoe.ru

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

Шохалов Владимир Алексеевич, кандидат технических наук, доцент

e-mail: v\_shohalov@mail.ru

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

Данилевская Анна Викторовна, ведущий специалист отдела стандартизации, методологии НДТ

e-mail: a.danilevskaya@eipc.center

Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»

**Ключевые слова:** информационно-технический справочник, наилучшие доступные технологии, молочные продукты, энергозатратность производства, технологические процессы, маркерные вещества.

**Аннотация.** В рамках работы по актуализации первого издания информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям в области переработки молока на основании анкетирования предприятий были изменены маркерные вещества, характеризующие применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, а также сведения о технологических, технических и управленческих решениях, позволяющих добиться высокого уровня защиты окружающей среды экономически эффективными и регионально применимыми способами.

## Введение

Данной статьей продолжают публикации по актуализации первого издания информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство напитков, молока и молочной продукции» [1–6].

Одним из важнейших документов системы стандартизации Российской Федерации, где отражаются сведения по технологическим, техническим и управленческим решениям, применяемым для обеспечения высокой ресурсоэффективности и экологической результативности производства молочных и молочносодержащих продуктов является информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) «Производство напитков, молока и молочной продукции». Первое издание этого справочника было утверждено приказом Росстандарта от 29 ноября 2017 г. № 2668. В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 г. № 1537-р утверждение второго издания справочника «Производство напитков, молока и молочной продукции» запланировано в конце 2024 года.

С учетом изменившегося законодательства [7] был проведен предварительный сбор и анализ данных, необходимых для актуализации справочника, анализ приоритетных проблем отрасли, информационный перечень применяемых технологий и показателей и др.

Справочник НДТ был разработан технической рабочей группой № 45 «Производство молока и молочной продукции»<sup>1</sup> (ТРГ 45), состав которой был утвержден приказом Минпромторга России от 17 февраля 2023 г. № 535 (с изменениями в 2023–2024 гг.). В ТРГ-45 вошли представители государственных органов исполнительной власти, промышленных предприятий и ассоциаций, научно-исследовательских институтов и экспертных организаций, образовательных учреждений, научно-производственных и конструкторских компаний, а также коммерческих и общественных организаций.

Изменения коснулись всех разделов справочника. Для молокоперерабатывающих предприятий в первую очередь (если говорить о Комплексном экологическом разрешении – документе, необходимом предприятиям, чья деятельность оказывает негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) I и II категории опасности) важен перечень маркерных загрязняющих веществ. Сравнительная оценка по составу маркерных веществ в справочниках 2017 г. [8] и 2024 г. приведена в *таблицах 1, 2.*

---

<sup>1</sup> В последней редакции справочника из названия убрано слово «напитки».

Таблица 1 – Перечень маркерных загрязняющих веществ для выбросов в атмосферный воздух

<b>Справочник 2017 г.</b>	<b>Проект справочника 2024 г.</b>
Взвешенные вещества	При отсутствии в составе объектов технологического нормирования установок, используемых для производства тепловой энергии за счет сжигания жидкого или твердого топлива в качестве основного
	Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)
	Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)
	При наличии в составе объектов технологического нормирования установок, используемых для производства тепловой энергии за счет сжигания жидкого или твердого топлива в качестве основного
	Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)
	Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)
	Серы диоксид
	Углерода оксид

Таблица 2 – Перечень маркерных загрязняющих веществ для сбросов в водные объекты

<b>Справочник 2017 г.</b>	<b>Проект справочника 2024 г.</b>
Аммоний -ион	Аммоний-ион
Нитрат-анион	Взвешенные вещества
Сульфат-анион (сульфаты)	Фосфат-ион
Фосфаты (по фосфору)	ХПК
Хлорид-анион (хлориды)	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)
БПК <sub>5</sub>	БПК <sub>полн</sub>
Взвешенные вещества	Сульфат-ион
ХПК	
pH	
Жиры	
СПАВ	

Все изменения связаны с применением иного подхода к определению перечня маркерных загрязняющих веществ, описанного в ГОСТ Р 113.00.27-2023 «Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по выбору маркерных веществ в выбросах от промышленных предприятий» и ГОСТ Р 113.00.09-2020 «Наилучшие доступные

технологии. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Выбор маркерных веществ для сбросов от промышленных источников».

Помимо экспертной оценки также был проведен расчет вклада конкретного загрязняющего вещества в суммарную приведенную массу выброса/сброса с учетом его токсичности. Для определения перечня маркерных загрязняющих веществ рассматривались только те вещества, вклад которых составляет более 10%.

Список маркерных веществ при выбросах в атмосферный воздух увеличился за счет включения в него выбросов (азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид), возникающих при работе установок для производства тепловой энергии при сжигании топлива. В то же время маркер по взвешенным веществам, имеющийся в справочнике 2017 года и характерный для производств сухих молочных продуктов, не попал в этот список.

Количество маркерных веществ при сбросах в водные объекты, наоборот, сократилось. Из списка исключили жиры, хлориды и нитраты. Кроме того, в список не вошел и показатель воды, характеризующий ее кислотность (щелочность). Вместо показателя биохимического потребления кислорода БПК<sub>5</sub> в новой редакции предложено использовать БПК<sub>полн</sub>, которое в плане методики проведения отличается только длительностью анализа.

Предельные значения маркерных веществ по большинству позиций в новой редакции справочника также изменились (таблицы 3, 4).

Таблица 3 – Предельные значения маркерных загрязняющих веществ для выбросов в атмосферный воздух

Справочник 2017 г.		Проект справочника 2024 г.	
Взвешенные вещества	≤ 20 мг/дм <sup>3</sup>	При отсутствии в составе объектов технологического нормирования установок, используемых для производства тепловой энергии за счет сжигания жидкого или твердого топлива в качестве основного	
		Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	≤ 0,4 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год
		Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)	≤ 0,17 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год
		При наличии в составе объектов технологического нормирования установок, используемых для производства тепловой энергии за счет сжигания жидкого или твердого топлива в качестве основного	
		Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	≤ 0,4 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год
		Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)	≤ 0,17 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год
		Серы диоксид	≤ 0,012 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год
		Углерода оксид	≤ 0,3 тонн вещества/тыс. тонн переработанного молочного сырья в год

Таблица 4 – Предельные значения маркерных загрязняющих веществ для сбросов в водные объекты

Справочник 2017 г.		Проект справочника 2024 г.	
Аммоний -ион	≤ 25 мг/дм <sup>3</sup>	Аммоний-ион	≤ 25 мг/дм <sup>3</sup>
Нитрат-анион	≤ 25 мг/дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества	≤ 290 мг/дм <sup>3</sup>
Сульфат-анион (сульфаты)	≤1000 мг/дм <sup>3</sup>	Фосфат-ион	≤ 9,61 мг/дм <sup>3</sup>
Фосфаты (по фосфору)	≤12 мг/дм <sup>3</sup>	ХПК	≤ 500 мг/дм <sup>3</sup>
Хлорид-анион (хлориды)	≤1000 мг/дм <sup>3</sup>	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)	≤ 2,4 мг/дм <sup>3</sup>
БПК <sub>5</sub>	≤ 300 мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>полн</sub>	≤ 361 мг/дм <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	≤300 мг/дм <sup>3</sup>	Сульфат-ион	≤ 220 мг/дм <sup>3</sup>
ХПК	≤500 мг/дм <sup>3</sup>		
pH	6-9 мг/дм <sup>3</sup>		
Жиры	≤50 мг/дм <sup>3</sup>		
СПАВ	≤10 мг/дм <sup>3</sup>		

Решением Технической рабочей группы ТРГ 45-2023 значения маркерных веществ для выбросов в атмосферный воздух стали рассчитываться в тоннах вещества на тыс. тонн переработанного молочного сырья, то есть с учетом объемов производства.

Практически все предельные количественные показатели маркерных загрязняющих веществ для сбросов в водные объекты в новой редакции справочника изменились. Так, например, содержание сульфат-ионов снизилось почти в пять раз. Содержание аммоний-иона и ХПК осталось на прежнем уровне, взвешенных веществ – снизилось незначительно, а фосфатов – снизилось в четыре раза.

Технические аспекты актуализации справочника отражены в показателях энергетической эффективности (таблицы 5, 6).

Таблица 5 – Расход электроэнергии на производство молочных продуктов (по результатам анкетирования предприятий)

Продукт	Электроэнергия*, кВт*ч на 1 кг продукта	
	Справочник 2017 г.	Проект справочника 2024 г.
Питьевое молоко		0,14
Кисломолочные напитки (кроме напитков с томлением)	0,13	0,04
Ряженка		0,08
Творог в ваннах типа ВК		0,3
Творог на линиях (типа ОЛИТ-ПРО)	0,27	0,1

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сливочное масло (ПВЖС)		0,06
Сливочное масло (непрерывное сбивание)	0,35	0,2
Сухое цельное (обезжиренное) молоко	0,37	0,26
Сыворотка сухая молочная		0,27
Сгущённое молоко с сахаром		0,52
Мороженое	0,4	0,08
Сыр твёрдый, полутвёрдый	0,62	0,28
Сыр плавленый		0,17
* Для удобства сравнения приводятся средние значения, а не диапазон, как в справочнике.		

Таблица 6 – Расход тепловой энергии на производство молочных продуктов (по результатам анкетирования предприятий)

Продукт	Пар*, кг на 1 кг продукта	
	Справочник 2017 г.	Проект справочника 2024 г.
Питьевое молоко		0,12
Кисломолочные напитки (кроме напитков с томлением)	0,12	0,03
Ряженка	-	0,2
Творог в ваннах типа ВК		0,21
Творог на линиях (типа ОЛИТ-ПРО)	0,37	0,52
Сливочное масло (ПВЖС)		0,35
Сливочное масло (непрерывное сбивание)	0,45	0,25
Сухое цельное (обезжиренное) молоко	2,02	4,6
Сыворотка сухая молочная		3,8
Сгущённое молоко с сахаром		1,53
Мороженое	-	0,24
Сыр твёрдый, полутвёрдый	0,03	0,43
Сыр плавленый		0,38
* Для удобства сравнения приводятся средние значения, а не диапазон, как в справочнике.		

Сопоставимые показатели по расходу электрической энергии в редакциях справочника были только по питьевому молоку и творогу (в ваннах типа ВК). По остальным продуктам в редакции 2024 года потребление электроэнергии было в разы меньше. Так, например, для производства сливочного масла методом ПВЖС – в 6 раз, мороженого – в 5 раз. Более близкие значения расхода электрической энергии были при выработке масла методом непрерывного сбивания и сухих молочных

продуктов – меньше в 1,5 раза.

Только по питьевому молоку совпадают показатели по расходу пара. Но при этом часть продуктов по справочнику 2024 года производится при большем потреблении тепловой энергии (сыры – в 11–14 раз, сухое молоко – в 2 раза, творог на линиях – в 1,5 раза), часть при меньшем (кисломолочные напитки – в 4 раза, творог в ваннах типа ВК – в 1,5 раза, сливочное масло – в 1,5–1,8 раза).

Изменения в показателях энергетической эффективности в редакциях справочника могли произойти из-за разных технологий производства молочных и молокосодержащих продуктов, используемом технологическом оборудовании, изменений опросной анкеты и списка респондентов.

Таким образом, экологические и технические аспекты редакций справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство молока и молочной продукции» имеют существенные отличия. Внедрение актуализированного ИТС НДТ будет способствовать не только улучшению экологической составляющей деятельности производственных объектов, осуществляющих производство молочной продукции, но и положительно скажется на экономической ситуации, обеспечив качественно новый подход к организации хозяйственной деятельности предприятий.

### **Литература:**

1. Энергозатратность технологий цельномолочных продуктов / А.А. Кузин [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 2. – С. 30–31.
2. Кузин, А.А. Эмиссии в окружающую среду при производстве сливочного масла/ А.А. Кузин, В.А. Шохалов // Молочная промышленность. – 2021. – № 7. – С. 16–19.
3. Шохалов, В.А. Пути сокращения эмиссий в окружающую среду при производстве сухих молочных продуктов / В.А. Шохалов, А.А. Кузин // Молочная промышленность. – 2021. – № 11. – С. 28–30.
4. Шохалов, В.А. Энергозатраты в производстве мороженого / В.А. Шохалов, А.А. Кузин, В.Н. Шохалова // Молочная промышленность. – 2022. – № 6. – С. 38–40.
5. Перспективы перехода на принципы наилучших доступных технологий / А.А. Кузин [и др.] // Молочная промышленность. – 2017. – № 10. – С. 29–31.
6. Кузин, А.А. Эмиссии в окружающую среду при производстве сыров и творога / А.А. Кузин, В.А. Шохалов // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 4. – С. 80–188.
7. Кузин, А.А. Некоторые изменения в законодательстве по спра-

вочникам НДТ / А.А. Кузин, В.А. Грунская // Переработка молока. – 2020. – № 2 (244). – С. 80–82.

8. ИТС 45-2017 Производство напитков, молока и молочной продукции. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 190 с.

**References:**

1. Kuzin A.A. Energy consumption in whole milk product technologies. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2021, no. 2, pp. 30–31. (In Russian) – Text direct

2. Kuzin A.A., Shokhalov V.A. Environmental emissions in butter production. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2021, no. 7, pp. 16-19. (In Russian) – Text direct

3. Shokhalov V.A., Kuzin A.A. Ways of reducing environmental emissions in dry milk manufacture. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2021, no. 11, pp. 28-30. (In Russian) – Text direct

4. Shokhalov V.A., Kuzin A.A., Shokhalova V.N. Energy consumption in ice cream production. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2022, no. 6, pp. 38-40. (In Russian) – Text direct

5. Kuzin A. A. Prospects for transition to the principles of the best available technologies. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2017, no. 10, pp. 29-31. (In Russian) – Text direct

6. Kuzin A.A., Shokhalov V.A. Environmental emissions in cheese and cottage cheese production. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2023, no. 4, pp. 80-188. (In Russian) – Text direct

7. Kuzin A.A., Grunskaya V.A. Some changes in the legislation on BAT reference notes. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2020, no. 2 (244), pp. 80-82. (In Russian) – Text direct

8. ITS (Information Technology Support) 45-2017 Production of beverages, milk and dairy products. Moscow, Bureau NDT Publ., 2017. 190 p. – Text direct

## Environmental and technical aspects in updating best available technique reference notes «Production of beverages, milk and dairy products»

Kuzin Andrey Alekseevich, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor

e-mail: pronich@molochnoe.ru

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

Shokhalov Vladimir Alekseevich, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor

e-mail: v\_shohalov@mail.ru

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

Danilevskaya Anna Viktorovna, Leading Expert of the Standardization and BAT Methodology Department

e-mail: a.danilevskaya@eipc.center

Federal State Autonomous Institution Research Institute Center for Environmental Industrial Policy

**Keywords:** information and technical reference book, best available technologies, dairy products, energy consumption of production, technological processes, marker substances.

**Abstract.** As part of the work on updating the first edition of the information and technical reference books on the best available technologies in the field of milk processing, based on a survey of enterprises, the researchers have introduced some changes in marker substances that characterize the technologies used, the features of the production process at the facility that adversely affects the environment as well as the data on technological, technical and management decisions that make it possible to achieve a high level of environmental protection in cost-effective and regionally applicable ways.

# Значимость эмульгаторов при производстве молокосодержащих продуктов

Куликова Анастасия Алексеевна, аспирант  
e-mail: kulikova.shyaa@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич, Россия

Топникова Елена Васильевна, доктор технических наук, заместитель директора по научной работе  
e-mail: e.topnikova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич, Россия

**Ключевые слова:** молокосодержащий продукт, спред, эмульгатор, моно- и диглицериды жирных кислот, влияние на состав и свойства.

**Аннотация.** В настоящее время в пищевой отрасли при производстве большого спектра продуктов широко распространено использование эмульгаторов. Их долгое время поставляли из-за рубежа, поэтому сейчас одной из основных проблем на российском рынке ингредиентов является зависимость от импорта эмульгаторов. Эмульгаторы играют решающую роль в производстве молокосодержащих продуктов, стабилизируя смесь водной и жировой фазы, которая естественным образом разделяется. Эмульгаторы предотвращают это разделение, образуя стабильную эмульсию. В мороженом, спредах и других молокосодержащих продуктах с заменителями молочного жира, произведенных по технологии мороженого, сыров, плавленых сыров, творога и сметаны, эмульгаторы обеспечивают гладкую текстуру готового продукта, увеличенный срок хранения и улучшенные сенсорные свойства. Чаще всего в этих продуктах используются такие эмульгаторы, как лецитин, моно- и диглицериды жирных кислот и полисорбаты, которые помогают поддерживать консистенцию и предотвращают нежелательные изменения текстуры или внешнего вида, обеспечивая

высокое качество готового продукта. Учитывая их важную значимость в формировании структуры и качества продуктов, целесообразно развитие собственного производства эмульгаторов, которое должно базироваться на применении эффективных процессов их изготовления, знании свойств этих пищевых ингредиентов и особенностей влияния эмульгаторов разного состава на готовый продукт.

### **Введение**

В настоящее время в пищевой отрасли широко используются эмульгаторы, что связано с необходимостью получения эмульсионных продуктов разного состава с разными физико-химическими и реологическими свойствами. Объемы потребления эмульгаторов в большой степени определяются развитием основных потребителей этих ингредиентов: масложировой, молочной, маргариновой, хлебопекарной и кондитерской отраслей пищевой промышленности [1].

Доля эмульгаторов в структуре импорта сложных пищевых ингредиентов составляет 6,7%. Объем рынка эмульгаторов в России на сегодня – 34 300 тонн, максимальное потребление приходится на простые эмульгаторы – 22 тыс. тонн, лецитины – 8 500 тонн, сложные эмульгаторы – 3 тыс. тонн. Чаще всего эмульгаторы используют в кондитерской отрасли – на ее долю приходится 49% потребления, 35% – на производство хлебобулочных изделий, 16% суммарно – на производство спредов и маргаринов.

Основными поставщиками эмульгаторов были ЕС, Малайзия и Индонезия. После введения санкций многие производители эмульгаторов прекратили поставки в нашу страну. В последнее время наблюдается сдвиг импорта в сторону Китая, Индии и Малайзии [2].

### **Цели и задачи исследования**

Интерес представляет изучение проблемы зависимости российского рынка ингредиентов от импорта эмульгаторов, а также необходимость применения этих ингредиентов для производства качественных пищевых продуктов. В связи с этим в данной работе поставлена цель – проанализировать влияние эмульгаторов в производстве молокосодержащих продуктов, оценить долю эмульгаторов в структуре импорта, ассортимент эмульгаторов и их применение касательно конечного продукта.

### **Объекты и методы исследования**

Предметом исследования стала информация из научно-технической и патентной литературы о влиянии различных композиций эмульгаторов на структурообразование и качество конечного продукта при производстве молокосодержащих продуктов. Поиск литературы осуществлялся в электронных базах данных (Scopus, Elibrary и GoogleAcademy) по ключевым словам: молокосодержащий продукт, спред, эмульгатор,

моно- и диглицериды жирных кислот на русском и английском языках. Для оценки информации, приведенной в литературных источниках, использовался теоретический метод научных исследований – анализ и синтез. Отдельные вопросы, в частности по объемам производства и импорта пищевых добавок, рассматривались в рамках информации, доступной для широкой аудитории.

### **Результаты и их обсуждение**

В молочной и масложировой отрасли эмульгаторы чаще всего применяют при производстве спредов. Поэтому ключевым решением для производителей спредов является использование моно- и диглицеридов жирных кислот, которые позволяют достичь однородной пластичной консистенции продукта. Доля моно- и диглицеридов жирных кислот в общем объеме потребления пищевых эмульгаторов превышает 70%. Кроме этого, хорошими эмульгирующими свойствами также обладают фосфолипиды, молекулы которых имеют дифильную природу [3].

Моно- и диглицериды жирных кислот (Е 471) относятся к низкомолекулярным неионогенным эмульгаторам, широко используемым в производстве различных пищевых продуктов. Назначение моно- и диглицеридов жирных кислот в качестве эмульгатора изложена в ТР ТС 029/2012 [4] со следующим определением: «Эмульгатор – пищевая добавка, предназначенная для создания и (или) сохранения однородной смеси двух или более несмешивающихся фаз в пищевом продукте». Следует отметить, что помимо формирования и стабилизации эмульсий, эмульгаторы улучшают гидратацию водорастворимых твердых сухих веществ и повышают водоудерживающую способность продуктов.

Эффект моно- и диглицеридов жирных кислот как эмульгаторов обусловлен особенностями их молекулярного строения, которые дифильны и состоят из двух частей: гидрофильной (полярной) и липофильной (неполярной). Гидрофильные и липофильные группы атомов сосредоточены на противоположных концах молекулы и отделены друг от друга. Поэтому моно- и диглицериды жирных кислот проявляют поверхностную активность и способны самоадсорбироваться на границе раздела жировой и водной фаз, снижая поверхностное натяжение, вызванное несбалансированностью межмолекулярного взаимодействия сопредельных фаз. Однако эмульгаторы могут стабилизировать эмульсию, формируя на границе раздела фаз компактную пленку, обладающую определенной механической прочностью и защищающую частицы эмульсии от возможных столкновений и взаимного слияния (коалесценции).

При производстве молокосодержащих продуктов эмульгирование заменителя молочного жира (ЗМЖ), как правило, осуществляется в обезжиренном молоке, белки которого участвуют в образовании

эмульсии. Поверхностная активность белков обусловлена наличием в их молекулах липофильных аминокислот (фенилаланин, лейцин, изолейцин). В процессе эмульгирования ЗМЖ белки располагаются таким образом, что липофильные группы проникают в жировые капли, а гидрофильные части молекулы диспергируются в водной фазе. Молекулы белка могут адсорбироваться на каплях жира несколькими гидрофобными участками одной и той же молекулы. При таком расположении белки могут образовывать петлевую структуру, создающую стерическое препятствие для коалесценции. Поскольку белки молока являются заряженными частицами, они также могут стабилизировать жировую эмульсию за счет отталкивания аналогично заряженных частиц [5].

Очевидно, что для достижения полноценных эмульгирующих свойств молочные белки с глобулярной конфигурацией должны быть денатурированы. В этом случае липофильные группы белковых молекул, ранее скрытые внутри глобул, при раскрытии глобулы выходят на поверхность и проникают в жировую фазу, а гидрофильная часть белковых молекул диспергируется в водной фазе. В результате гибко развернутые белковые молекулы покрывают поверхность капли жира, располагаясь на границе раздела водной и жировой фаз.

В исследовании [6] показано, что наиболее стабильная эмульсия достигается при использовании сухого обезжиренного молока, наименее стабильная – при применении сывороточных белков. Однако стабильные эмульсии могут быть получены и при использовании сывороточных белков, если их денатурировать пастеризации после составления эмульсии. Если жиры содержат поверхностно-активные липиды, такие как моноглицериды, которые адсорбируются быстрее, чем белки, может возникнуть энергетический барьер для адсорбции белка, что возможно повлияет на количество адсорбированного белка и на его десорбцию. Однако из-за низкого количественного соотношения «эмульгатор/белок», полная десорбция белка не происходит.

Кроме того, во многих эмульсиях, содержащих белки и низкомолекулярные эмульгаторы, на границе раздела фаз происходят взаимодействия с образованием комплексов [5]. При этом формируется не только петлевая структура белка, но и утолщается адсорбционный слой на границе раздела фаз за счет возможного образования комплекса между белком и эмульгатором.

Таким образом, из-за особенностей молекулярной структуры поверхностная активность белков обычно ниже, чем у типичных эмульгаторов, к которым относятся моно- и диглицериды жирных кислот. Таким образом, это может вызвать синергетический и негативный эффект на функциональность низкомолекулярных эмульгаторов, используемых в

процессе производства или в конечном продукте [7]. С другой стороны, моно- и диглицериды более активны, чем белки, и могут проявлять деэмульгирующие свойства. Деэмульгаторы – это вещества, которые разрушают оболочку жировых глобул, тем самым удаляя белковые молекулы с их поверхности.

В работе [8] при использовании неионного эмульгатора (смеси эфиров полиглицерина и стеариновой кислоты) наблюдалось увеличение деэмульгирующего эффекта эмульгирования молочного жира и количество свободного жира в обезжиренном молоке. Это объясняется адсорбцией эмульгаторов на поверхности жировых глобул и удалением белков с их поверхности. Образовавшаяся оболочка эмульгатора была значительно слабее белков молока. Добавление казеината натрия в обезжиренное молоко перед эмульгированием значительно снижает количество свободного жира в эмульсии, в то время как добавление фосфатидов не оказывало существенного влияния на количество свободного жира.

Из вышесказанного следует, что при производстве молока содержащих продуктов эмульгирование ЗМЖ, содержащем моно- и диглицериды жирных кислот, в обезжиренном молоке предполагает сложный механизм формирования эмульсии, связанный с конкурирующей адсорбцией различных по своему происхождению эмульгаторов (белков и моноглицеридов) на поверхности раздела фаз. При этом функциональность моноглицеридов жирных кислот, как эмульгатора, не будет столь однозначной в присутствии других поверхностно-активных веществ, например белков.

В молочной промышленности моно- и диглицериды жирных кислот давно применяются в технологии изготовления мороженого [9]. Их функциональная роль и физико-химическая природа воздействия теоретически обоснованы для данного продукта. Органолептические показатели мороженого связаны с дестабилизацией жира в эмульсиях, что усиливается моноглицеридами и последующим образованием свободного жира, который в результате агломерации и частичной кристаллизации формирует непрерывную «сеткообразную» трехмерную структуру, придающую мороженому прочность и устойчивость к таянию [10].

В то же время роль эмульгаторов, по-видимому, заключается в следующем:

- способствуют десорбции белков с поверхности жировых капель благодаря своей высокой относительной поверхностной активности и возможному образованию жидкокристаллических мезофаз;
- выступают в качестве центров кристаллизации триглицеридов;
- способствуют проникновению кристаллов жира в оболочку

жировых глобул за счет изменения поверхностного натяжения между различными фазами;

- способствуют начальному формированию и стабилизации пены мороженого до частичного слияния и замерзания жировых глобул.

При изготовлении спредов с пониженным содержанием жира необходимо поддерживать баланс между стабильностью эмульсии и органолептическими свойствами, которые зависят как от состава, так и от методов производства [11].

При производстве спредов необходимо получить относительно стабильную эмульсию на стадии ее подготовки к переработке в конечный продукт (эмульсия прямого или обратного типа), которая может быть преобразована в стабильный по структуре спред при термомеханической обработке. Стабильность и требуемые органолептические характеристики достигаются сочетанием подходящей жировой основы и правильно подобранного эмульгатора [5].

Для производства спредов на линиях с пастеризацией эмульсии можно рекомендовать использовать комплексный эмульгатор, представляющий собой смесь моноглицеридов Е 471 и лецитина. Наличие лецитина в составе комплексного эмульгатора позволяет улучшить намазываемость и пластичность конечного продукта.

Количество используемого эмульгатора может зависеть от типа оборудования, применяемого для изготовления спреда. Кроме своих технологических функций, эмульгатор может повысить пищевую ценность получаемого эмульсионного продукта. В состав комплексных пищевых эмульгаторов могут входить фосфолипиды, которые обладают отличными эмульгирующими свойствами и являются физиологически ценными компонентами, в т.ч. обладают антиоксидантной активностью. При добавлении данного эмульгатора в рецептуры спредов наблюдалось увеличение окислительной стабильности [12].

Кроме того, эмульгаторы в рецептурах спредов помогают контролировать процесс кристаллизации жиров, т.к. влияют на изменение полиморфной формы, размера и скорости роста кристаллов жира, могут обеспечить улучшение сливочного вкуса и других характеристик продукта (пластичность, однородность, плотность, намазываемость, удерживание жидкого жира в матрице кристаллической структуры продукта) [13].

Известен опыт использования моно- и диглицеридов жирных кислот в производстве плавленых сыров. В отличие от продуктов маслоделия и мороженого дестабилизирующее действие этих ингредиентов на стабильность оболочек жировых глобул не считается технологически необходимым эффектом в плавленых сырах, однако все исследователи отмечают, что при использовании моноглицеридов в сочетании с

фосфорнокислыми солями-плавителями улучшается их консистенция. В первую очередь, это было связано с увеличением гидрофильности сырной массы [14].

В работе [15] исследовалось влияние добавления моноглицеридов с различным количеством атомов углерода в цепи жирной кислоты (8, 10, 12, 16 и 18) на вязкоупругие и сенсорные свойства плавленых сыров. Результаты показали, что с увеличением количества атомов углерода в молекуле жирной кислоты увеличивались как модуль упругости  $G'$ , так и модуль потерь  $G''$ , но органолептические исследования показали, что твердость увеличилась, а пластичность снизилась только в плавленых сырах с высоким содержанием жира (с массовой долей жира в сухом веществе 50 %). Тем не менее авторы пришли к выводу, что использование эмульгаторов следует рассматривать как крайне важный фактор, влияющий на конечную консистенцию плавленого сыра.

В исследовании [16] было отмечено, что взаимодействие казеина с низкомолекулярными эмульгаторами в модельном плавленом сыре было таким же, как и в модельных пищевых эмульсиях с жидкой непрерывной фазой. Добавление моноглицеридов в плавленый сыр усиливает синергизм и приводит к более тонкому распределению жира в белковой матрице.

При производстве натуральных сыров запрещено использовать эмульгаторы и стабилизаторы структуры. Стабилизаторы разрешены для использования в некоторых рецептурах мягких и сывороточных сыров. В нашей стране указанные добавки разрешены для молокосодержащих продуктов с ЗМЖ, произведенных по технологии сыров. Производители ЗМЖ поставляют жировые композиции, содержащие низкомолекулярные эмульгаторы (как правило, моно- и диглицеридами жирных кислот) для упрощения процесса эмульгирования и получения мелкодисперсных эмульсий.

Использование эмульгаторов при производстве молокосодержащих продуктов с ЗМЖ, произведенных по технологии сыров, является оправданным, если они проводятся на основе восстановленного молока, не образующего плотного сгустка при ферментативной коагуляции [17], а также при изготовлении низкожирных продуктов, для которых характерна излишне плотная консистенция и невыраженный сырный вкус из-за отсутствия продуктов липолиза жира [18]. Было установлено, что эмульгаторы действуют аналогично ЗМЖ, улучшая связывание воды в белковой матрице или способствуя образованию агрегатов эмульгатора с белком, похожих по размеру на жировые глобулы. Эти агрегаты имитируют эффект жира в сырной матрице и улучшают текстурные характеристики сыра [19].

По объемам производства разнообразной пищевой продукции, очевидно, что большая доля эмульгаторов применяется для спредов, изготовляемых как на молочных предприятиях, так и на масложировых. В спредах эмульгаторы выполняют следующие функции:

- обеспечивают стабильность водно-жировой эмульсии благодаря эффективному влиянию на процесс диспергирования жира в плазме;
- контролируют процессы кристаллизации жиров, т.е. улучшают сливочный вкус и другие характеристики, влияя на изменение полиморфизма, размера и скорости роста кристаллов жира;
- повышают твердость и термоустойчивость спреда и участвуют в его структурообразовании;
- образуют структурные связи в продукте, делая его устойчивым к замораживанию и оттаиванию, способствуют созданию однородной, пластичной консистенции продукта, которая легко восстанавливается после разрушения;
- предотвращают выделение влаги и жидкого жира из монолита продукта при длительном хранении.

Эмульгаторы эффективно влияют на процесс диспергирования жира в плазме, обеспечивая тем самым стабильность водно-жировой эмульсии, способствуют созданию однородной, пластичной консистенции продукта, благодаря образованию структурных связей в продукте они устойчивы к замораживанию и оттаиванию, и они легко восстанавливаются после разрушения. Кроме того, эмульгаторы в составе спредов контролируют процессы кристаллизации жиров, т.е. влияют на изменение полиморфной формы, размер и скорость роста кристаллов жира, тем самым улучшают сливочный вкус и другие характеристики. Правильный выбор эмульгатора может повысить твердость и термоустойчивость продукта, участвовать в формировании его структуры, а также предотвращать выделение влаги и жидкого жира в монолите продукта при длительном хранении [12].

### **Заключение**

Сегодня в пищевой отрасли очень востребованы эмульгаторы, которые долгое время импортировались из-за рубежа. В связи с этим в настоящее время важна работа по организации отечественного производства ингредиентов целевого назначения, способных регулировать качество выпускаемой продукции. Это направление отвечает требованиям «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» и программам по ее реализации. При этом особую значимость приобретают исследования свойств отечественных ингредиентов. Эти знания позволят более эффективно и квалифицированно применять эмульгаторы в разных пищевых отраслях. Особенно важным является изучение влияния

разработанных ингредиентов на свойства готовых продуктов. При достижении соответствующих результатов по качеству, степени чистоты и положительному влиянию на спреды и другие молокосодержащие продукты отечественные эмульгаторы смогут заместить все виды их зарубежных аналогов.

*Мини-обзор подготовлен в рамках Государственного задания по теме FGUS-2024-0008.*

**Литература:**

1. Современные разработки в области пищевых эмульгаторов и их применение в пищевой промышленности: состояние и перспективы / Д.Н. Ксенафонтов, П.А. Вьюшинский, К.А. Загородников, А.О. Якушев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 3. – С. 198–206.

2. Куликова, А.А. Наука и бизнес – территория сотрудничества / А.А. Куликова // Сыроделие и маслоделие. – 2024. – № 2. – С. 32–33.

3. Старовойтова, К.В. Теория и практика применения поверхностно-активных веществ в производстве пищевых эмульсий: монография / К.В. Старовойтова, Л.В. Терещук // Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – Кемерово: КемТИПП, 2016. – 151 с.

4. ТР ТС 029/2012. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» от 20 июля 2012 г № 58: принят решением Совета Евразийской экономической комиссии (с изменениями на 29 августа 2023 года), 2012. – 308 с.

5. Пищевые эмульгаторы и их применение / под ред. Дж. Хазенхюттля, Р. Гартела. / под ред. Т. П. Дорожкиной; пер. с англ. В.Д. Широкова. – СПб: Профессия, 2008. – 287 с.

6. Кэмпбэл, И.Дж. Влияние стабильности эмульсии на свойство мороженого / И.Дж. Кэмпбэл, Б.М.С. Пелан // Молочная промышленность. – 1999. – № 9. – С. 30–32.

7. Терещук, Л.В. Пальмовое масло и его фракции в продуктах на основе молочно-жировых эмульсий / Л.В. Терещук, А.В. Каменских, А.Г. Чубаков // Технология и техника пищевых производств: сб. науч. работ. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2004. – С. 60–62.

8. Вайткус, В. Стабильность эмульсии и количественная адсорбция белка при диспергировании молочного жира, в оброте, сыворотке и пахте / В. Вайткус, Р. Зиберкайте // Тр. Литовского филиала Всесоюзн. науч.-исслед. ин-та маслоделия и сыроделия. – 1977. – т. 11. – С. 58–63.

9. Крэг, Н. Использование эмульгаторов в мороженом / Н. Крэг // Молочная промышленность. – 2000. – № 3. – С. 44–46.

10. Анализ влияния ряда факторов на степень агломерации жира в мороженом при фризеровании / А. Творогова, Ф. Барей, И. Леклузе, А. Панов // Империя холода. – 2005. – № 2. – С. 30–31.

11. Топникова, Е.В. Продукты маслоделия: аспекты обеспечения качества: монография/Е.В.Топникова. – М.:Изд-во Россельхозакадемии, 2012. – 267 с.

12. Терещук, Л.В. Актуальные проблемы применения эмульгаторов при производстве спредов / Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова, М.А. Тарлюн // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – № 4. – С. 52–55.

13. Топникова, Е.В. Влияние эмульгаторов на реологические свойства спредов / Е.В. Топникова, О.В. Лепилкина, А.А. Коноплева // Переработка молока. – 2014. – № 9. – С. 44–46.

14. Гаврилова, Н.Б. Повышение качества ломтевых плавленных сыров путем частичной замены солей-плавителей поверхностно-активными моноглицеридами: автореф. дис. ...канд. техн. наук / Н.Б. Гаврилова. – М., 1977. – 22 с.

15. Bunka F., Pavlinek V., Hrabe J., Rop O., Janis R., Krejci J. Effect of 1-Monoglycerides on Viscoelastic Properties of Processed Cheese. International Journal of Food Properties, 2007, no 4 (10), pp. 819-828. (In English) – Text direct

16. Lee S.K., Klostermeyer H., Schrader K., Buchheim W. Rheological properties and microstructure of model processed cheese containing low molecular weight emulsifiers. Molecular Nutrition & Food Research, Wiley, Nahrung, 1995, no. 40 (4), pp. 189-194. (In English) – Text direct

17. Лепилкина, О.В. Исследование влияния структурирующих пищевых добавок на процесс сычужного свертывания при производстве сырных продуктов из сухого молока с растительным жиром / О.В. Лепилкина, В.Е. Шутов // Интеграция фундаментальных и прикладных исследований – основа развития современных аграрно-пищевых технологий: сб. материалов науч.-практ. конф. – Углич, 2007. – С. 189–192.

18. Об использовании растительных жиров и сухого обезжиренного молока в сыроделии / О.В. Лепилкина, И.А. Шергина, А.В. Чубенко, В.Е. Шутов // Современные аспекты молочного дела в России: сб. материалов науч.-практ. конф. – Вологда, 2007. – С. 41.

19. Euston S. R. Emulsifiers in Dairy Products and Dairy Substitutes. Food Emulsifiers and Their Applications, 2008, pp.195–232. DOI:10.1007/978-0-387-75284-6\_7. (In Russian) – Text electronic

20. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р. – М., 2016. – 17 с.

**References:**

1. Ksenafontov D.N., V'yushinskiy P.A., Zagorodnikov K.A., Yakushev A.O. Modern development results in the field of food emulsifiers and their application in the food industry: status and prospects. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2020, no. 3, pp. 198-206. (In Russian) – Text direct.
2. Kulikova A.A. Science and business as a territory of cooperation. *Syrodellie i maslodellie* [Cheese and Butter Making], 2024, no. 2, pp. 32-33. (In Russian) – Text direct.
3. Starovoytova K.V., Tereshchuk L.V. *Teoriya i praktika primeneniya poverkhnostno-aktivnykh veshchestv v proizvodstve pishchevykh emul'siy* [Theory and Practice of Using Surfactants in the Production of Food Emulsions]. Kemerovo, KemTIPP Publ., 2016. 151 p. (In Russian) – Text direct.
4. TR CU 029/2012. Technical Regulations of the Customs Union «Safety Requirements for Food Additives, Flavorings and Technological Auxiliaries» dated from July 20, 2012, No. 58; adopted by the decision of the Council of the Eurasian Economic Commission (as amended on August 29, 2023), 2012. 308 p.
5. Hasenhuettl G. L., Hartel R. W. (2008). Food Emulsifiers and Their Applications. [Russ.ed. Shirokov V.D. *Pishchevye emul'gatory i ikh primeneniye*. St. Petersburg, Profession Publ., 2008. 287 p.] – Text direct.
6. Kempbel I. Dzh., Pelan B. M. S. Effect of emulsion stability on ice cream properties. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 1999, no. 9, pp. 30-32. (In Russian) – Text direct.
7. Tereshchuk L. V., Kamenskikh A. V., Chubakov A. G. Palm oil and its fractions in products based on milk-fat emulsions. *Sbornik nauchnykh rabot «Tekhnologiya i tekhnika pishchevykh proizvodstv»* [Proc. Of the Kemerovo Institute of Food Technology «Technology and Equipment of Food Production»], 2004, pp. 60-62. (In Russian) – Text direct.
8. Vaytkus V., Ziberkayte R. Emulsion stability and quantitative protein adsorption during dispersion of milk fat in skim milk, whey and buttermilk. *Trudy Litovskogo filiala Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslodeliya i syrodeliya* [Proc. of the Lithuanian branch of the All-Union Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making], 1977, vol. 11, pp. 58-63. (In Russian) – Text direct.
9. Krog N. Use of emulsifiers in ice cream. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2000, no. 3, pp. 44-46. (In Russian) – Text direct.
10. Tvorogova A., Barey F., Lekluze I., Panov A. Analysis of several factors effecting the degree of fat agglomeration in ice cream during freezing. *Imperiya kholoda* [Empire of Cold], 2005, no. 2, pp. 30-31. (In Russian) – Text direct
11. Topnikova E. V. *Produkty maslodeliya: aspekty obespecheniya*

*kachestva* [Butter Products. Quality Assurance Aspects]. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2012. 267 p. – Text direct

12. Tereshchuk L.V., Starovoytova K.V., Tarlyun M.A. Actual problems of using emulsifiers in spread manufacture. *Syrodellie i maslodellie* [Cheese and Butter Making], 2018, no. 4, pp. 52-55. (In Russian) – Text direct

13. Topnikova, E.V., Lepilkina O.V., Konopleva A.A. Influence of emulsifiers on the rheological properties of spreads. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2014, no. 9, pp. 44-46. (In Russian) – Text direct

14. Gavrilova N.B. *Povyshenie kachestva lomtevykh plavlennykh syrov putem chastichnoy zameny soley-plaviteley poverkhnostno-aktivnymi monoglitseridami. Avtoreferat Kand.Diss.* [Improving the quality of sliced processed cheeses by partially replacing melting salts with surface-active monoglycerides. Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 1977. 22 p. – Text direct

15. Bunka F., Pavlinek V., Hrabe J., Rop O., Janis R., Krejci J. Effect of 1-Monoglycerides on Viscoelastic Properties of Processed Cheese. *International Journal of Food Properties*, 2007, no 4 (10), pp. 819-828. (In English) – Text direct

16. Lee S. K., Klostermeyer H., Schrader K., Buchheim W. Rheological properties and microstructure of model processed cheese containing low molecular weight emulsifiers. *Molecular Nutrition & Food Research*, Wiley, Nahrung, 1995, no. 40 (4), pp. 189-194. (In English) – Text direct

17. Lepilkina O.V., Shutov V.E. Study of the influence of structuring food additives on rennet coagulation in manufacturing cheese products from dry milk with vegetable fat. *Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii «Integratsiya fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy – osnova razvitiya sovremennykh agrarno-pishchevykh tekhnologiy»* [Proc. of the Scientific and Practical. Conf. «Integration of fundamental and applied research – the basis for the development of modern agrarian and food technologies»]. Uglich, 2007, pp. 189-192. (In Russian) – Text direct

18. Lepilkina O. V., Shergina I. A., Chubenko A. V., Shutov V. E. On the use of vegetable fats and dry skim milk in cheese making. *Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii Sovremennye aspekty molochnogo dela v Rossii //* [Proc. of the Scientific and Practical. Conf. «Modern Aspects of Dairy Business in Russia»]. Vologda, 2007, p. 41. (In Russian) – Text direct

19. Euston S. R. Emulsifiers in Dairy Products and Dairy Substitutes. *Food Emulsifiers and Their Applications*, 2008, pp.195–232. DOI:10.1007/978-0-387-75284-6\_7. (In Russian) – Text electronic

20. On Approval of the Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation dated from 29.06.2016 N 1364-r. Moscow, 2016, 17 p. – Text direct

## Importance of emulsifiers in manufacturing milk-containing products

Kulikova Anastasiya Alekseevna, postgraduate student  
e-mail: kulikova.shyaa@mail.ru

All-Russian Scientific Research of Butter and Cheese Making – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences, Uglich, Russia

Topnikova Elena Vasil'evna, Doctor of Science (Engineering), Deputy Director for Science

e-mail: e.topnikova@fncps.ru

All-Russian Scientific Research of Butter and Cheese Making – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov of the Russian Academy of Sciences, Uglich, Russia

**Keywords:** milk-containing product, spread, emulsifier, mono- and diglycerides of fatty acids, influence on composition and properties

**Abstract.** Currently, the food industry extensively uses emulsifiers in manufacturing a wide range of food products. For a long time, emulsifiers have been delivered from abroad, thus, nowadays, one of the main problems in the Russian ingredient market is its dependence on their import. Emulsifiers play a decisive role in manufacturing milk-containing products; they stabilize the mixture of the water and fat phases, which naturally separates. Emulsifiers prevent this separation and make a stable emulsion. In ice cream, spreads and other milk-containing products with milk fat substitutes, manufactured according to the technology of ice cream, cheese, processed cheese, cottage cheese and sour cream, emulsifiers provide a smooth texture of the finished product, an increased shelf life and improved sensory properties. Most often, such emulsifiers as lecithin, mono- and diglycerides of fatty acids and polysorbates used in the products help maintain consistency and prevent unwanted changes in texture or appearance, ensuring high quality of the finished product. Taking into account their great significance in the formation of the product structure and quality, it seems to be expedient to develop domestic production of emulsifiers based on effective processes in their manufacture as well as knowledge of their properties and specific effects of emulsifiers of different compositions on the finished product.

# Экономическая составляющая и конкурентоспособные преимущества разработки и производства специализированного молочного продукта

Никитюк Дмитрий Борисович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор

e-mail: dimitrynik@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Щетинина Елена Михайловна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: schetinina2014@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Тармаева Инна Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, ученый секретарь

e-mail: tarmaeva@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

**Ключевые слова:** молочная промышленность, сегмент экономики, специализированный молочный продукт, здоровьесбережение, конкурентоспособность, показатели качества, производство.

**Аннотация.** В статье рассмотрена экономическая составляющая создания и возможности внедрения в производство специализированного молочного продукта для питания при ожирении с учетом возможности формирования конкурентоспособных преимуществ с точки зрения медико-биологических, социально-экономических и технологических вопросов. Приведена статистика производства молочных продуктов, их потребления на душу населения, а также опыт по разработке

и перспективах ввода в производство инновационного пищевого продукта. Согласно медико-биологическим исследованиям в настоящее время наблюдается рост алиментарно-зависимых заболеваний, среди которых одно из центральных мест занимает ожирение населения различных возрастных групп. Основная опасность заключается в том, что ожирение влечет за собой ряд возможных последствий кардиологического, неврологического характера, нарушений опорно-двигательной системы и т.д. Одним из вариантов устранения проблем ожирения является изменение образа жизни пациента, включающее разработку рациона питания, в основе которого потребление пищевых продуктов с пониженным содержанием жиров и углеводов, а также повышение физической активности. Безусловно, такие рационы должны включать в себя вкусную и полезную пищу, сбалансированную по своему витаминному и минеральному составу, а также покрывающую потребности той или иной группы населения в энергии. Внедрение новых технологических решений по выпуску инновационных специализированных продуктов на молочной основе не несет в себе дополнительных затрат, связанных с закупкой отдельного оборудования и модернизацией предприятий. Данная продукция может вырабатываться на существующих технологических линиях по выпуску подобной продукции. Разработка и выпуск на рынок специализированных пищевых продуктов требует комплексного подхода с привлечением представителей промышленности, науки и экспертного сообщества. В статье приведены результаты исследований по разработке и внедрению в производство специализированного молочного напитка, приведены данные о его составе и качественных показателях.

### **Введение**

Прежде чем приступать к разработке и выпуску новой продукции, необходимо понимать, насколько она интересна потребителю, какие ресурсы необходимы для ее внедрения в производство, как организовать ее продвижение на рынок и реализацию.

**Целью исследований** являлось изучение перспектив разработки и внедрения в производство специализированного молочного продукта для питания при ожирении, с возможностью формирования конкурентоспособных преимуществ с учетом медико-биологических, социально-экономических и технологических вопросов.

Молочная промышленность занимает одну из лидирующих позиций в экономике агропромышленного комплекса России. Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 № 264-ФЗ [1] и ряд нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации обозначили в качестве одной из основных целей государственной

аграрной политики повышение конкурентоспособности и обеспечение качества продовольственных товаров. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года [2] и Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года №1364-р [3], ставят задачу укрепления здоровья населения через обеспечение его качественными продуктами питания и стимулирования спроса и предложения на данные продукты. Одним из путей решения поставленной задачи является разработка и внедрение специализированных молочных продуктов, которые не только закроют потребности различных социальных групп населения, но и расширят ассортимент молочных продуктов в целом.

С учетом постоянного роста рынка молочной продукции особый интерес для предприятий представляет формирование конкурентоспособных преимуществ на стадии зарождения интереса к продукту.

Введенное с 2014 года продовольственное эмбарго относительно нашей страны оказало положительное влияние на российский рынок пищевых, в том числе молочных продуктов. Он значительно расширился, фактически полностью скомпенсировав и заместив поступавшую из стран ЕС продукцию [4]. При этом стоит отметить, что одной из активно развивающихся частей продовольственного рынка является сегмент специализированных пищевых продуктов, в том числе на молочной основе.

Важное значение приобретает рынок специализированных пищевых ингредиентов. Согласно данным Mordor Intelligence, его объем оценивается в 80,98 млрд долларов США в 2024 году и, как ожидается, достигнет 104,83 млрд долларов США к 2029 году, при этом среднегодовой темп роста составит 5,3% в течение прогнозируемого периода. Такой интерес к данному рынку вызван за счет более широких технологических и функциональных преимуществ, которые эти ингредиенты обеспечивают с точки зрения высокого качества, безопасности и возможности удовлетворять конкретные требования потребителя. Чтобы удовлетворять растущий интерес и спрос, производители пищевых добавок и специальных пищевых ингредиентов адаптировали производство органических и обогащенных добавок, которые могут быть полезны при разработке специализированных пищевых продуктов.

Лидером на рынке специализированных продуктов питания является Япония, которая производит порядка 40% мирового объема данной категории продукции, на втором месте находятся США – чуть

более 30%, на долю европейских стран приходится менее 30%. России принадлежит лишь 5% [9], причем темпы роста объемов производства данной продукции в России незначительны.

На март 2024 года общее число специализированных пищевых продуктов с подписанными и действующими свидетельствами государственной регистрации составило 7422 единицы. Среди них сухие смеси, кисели и смузи, какао и чайные напитки, коктейли, супы-пюре, каши, конфеты и батончики и пр. Доля специализированных молочных продуктов в общем объеме составляет менее одного процента [8], при том что общий объем специализированной пищевой продукции на российском рынке не превышает 3%.

В глобальной стратегии ВОЗ в области питания, физической активности и здоровья указывается, что «...нездоровые рационы питания и недостаточная физическая активность являются ведущими причинами основных неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний, включая сердечно-сосудистые болезни, сахарный диабет типа 2 и определенные типы рака, и на них приходится значительная доля глобального бремени болезней, смерти и инвалидности», поэтому «инвестиции в разработку персонифицированных программ по здоровому питанию и физической активности в целях предупреждения болезней являются важнейшим средством в рамках политики по удовлетворению потребностей развития» [5]. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания [6] позволяют разрабатывать продукты на молочной основе с учетом медико-биологических, социально-экономических и технологических задач, которые решаются на пути создания продукта и вывода его на рынок.

Согласно оценке BusinesStat, несмотря на снижение поголовья, которое компенсируется возросшим удоем за счет развития генетического фонда молочного стада страны, также ежегодно происходит рост производства молочной продукции в среднем на 2,5% и увеличивается потребление молочных продуктов в среднем на 4,3 кг на душу населения (рисунки 1, 2).

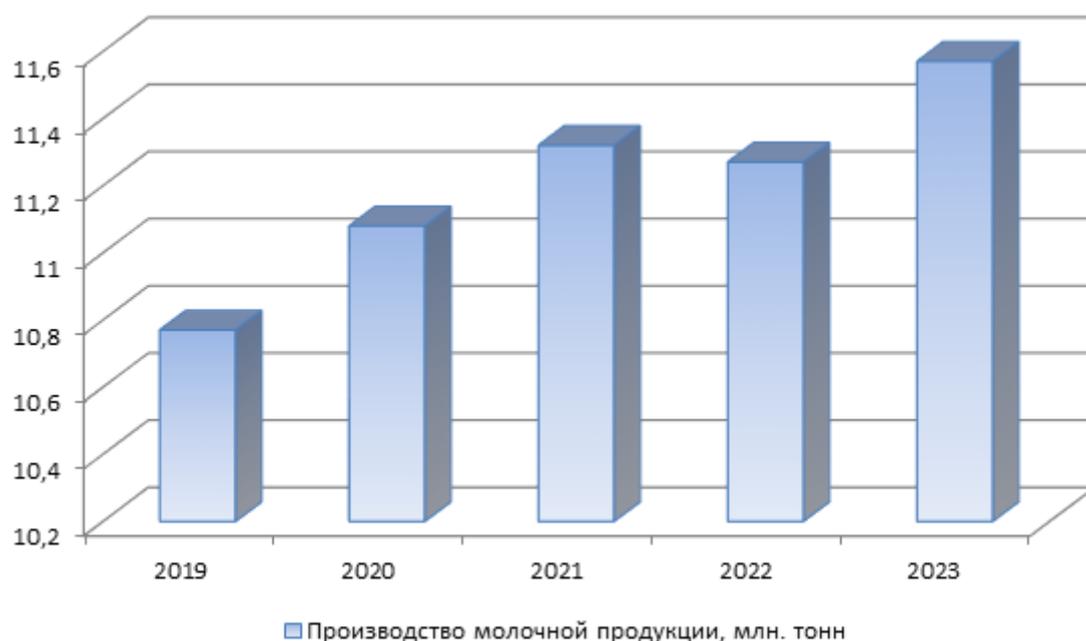


Рисунок 1 – Производство молочной продукции в России

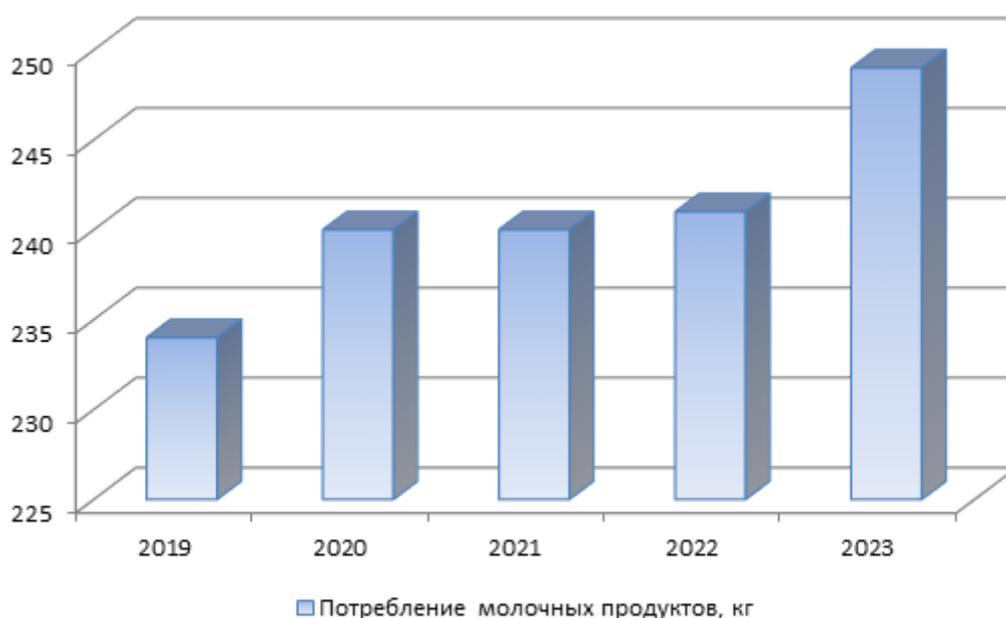


Рисунок 2 – Потребление молочных продуктов, кг

### Проблематика ожирения

Согласно медико-биологическим исследованиям, в настоящее время наблюдается рост алиментарно-зависимых заболеваний, среди которых одно из центральных мест занимает ожирение населения различных возрастных групп [10–17]. Основная опасность заключается в том, что ожирение влечет за собой ряд возможных последствий кардиологического, неврологического характера, нарушений опорно-двигательной системы и т.д. Одним из вариантов устранения про-

блем ожирения является изменение образа жизни пациента, включающее разработку рациона питания, в основе которого потребление пищевых продуктов с пониженным содержанием жиров и углеводов, а также повышение физической активности. Безусловно, такие рационы должны включать в себя вкусную и полезную пищу, сбалансированную по своему витаминному и минеральному составу, а также покрывающую потребности той или иной группы населения в энергии.

### **Экономические и технологические аспекты производства**

Внедрение новых технологических решений по выпуску инновационных специализированных продуктов на молочной основе не несет в себе дополнительных затрат, связанных с закупом отдельного оборудования и модернизацией предприятий. Данная продукция может вырабатываться на существующих технологических линиях по выпуску подобной продукции. Разработка и выпуск на рынок специализированных пищевых продуктов требует комплексного подхода с привлечением представителей промышленности, науки и экспертного сообщества.

В рамках выполнения государственного задания, целью которого являлось создание специализированной пищевой продукции для профилактики ожирения, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработан специализированный пищевой продукт на молочной основе. Исследования были проведены на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

В рецептуру молочного продукта входило следующее сырье: молоко обезжиренное, молоко сухое обезжиренное, лиофилизированные культуры, таурин, L-карнитин, глюконат марганца, цитрат цинка, витаминный премикс, питьевая вода.

Таурин – серосодержащая аминокислота, необходимая для конъюгирования желчных кислот. Он обладает антиоксидантными и противовоспалительными свойствами [18, 19]. L-карнитин играет ключевую роль в биоэнергетике клетки, относится к витаминopodobным веществам [20], в форме ацетилкарнитина он участвует в процессах катаболизма жиров и образования энергии в организме. Глюконат марганца играет важную роль в метаболизме макроэлементов, а также в работе эндокринной и пищеварительной систем организма [21].

Одним из показателей качества, который зачастую несет определяющую роль для потребителя, является органолептическая оценка, то есть показатели внешнего вида, вкуса и запаха, консистенции и цвета. Органолептические показатели молочного напитка представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Органолептические показатели молочного напитка

Наименование показателя	Описание
Внешний вид	Непрозрачная жидкость, однородная по всей массе
Консистенция	В меру вязкая жидкость. Допускается нарушение сгустка и наличие включений нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Сливочно-кремовый, желтоватый

Согласно полученным данным, молочный напиток представляет из себя однородную по всей массе, в меру вязкую непрозрачную жидкость сливочно-кремового или желтоватого цвета. Вкус и запах чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Допускается нарушение сгустка и наличие включений нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов.

На *рисунке 3* представлены результаты балльной оценки молочного напитка.

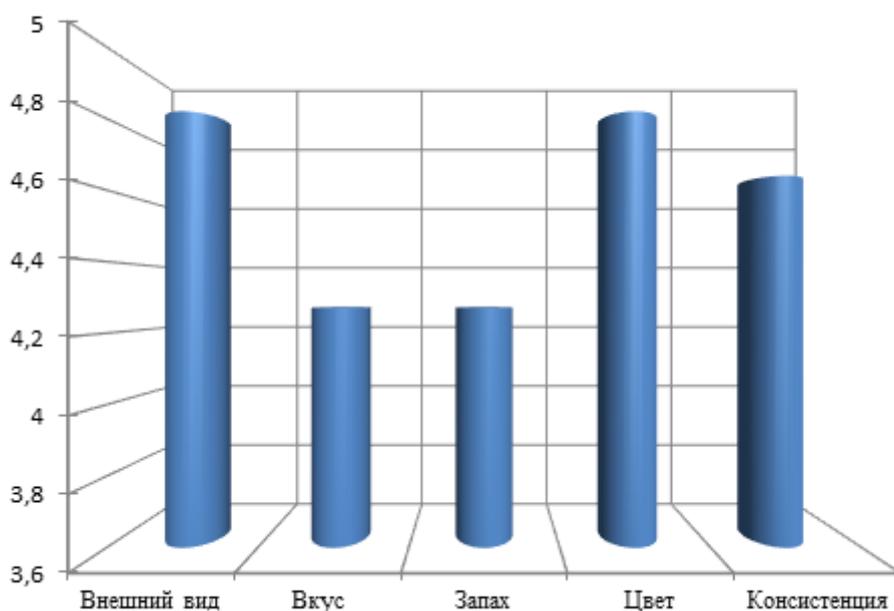


Рисунок 3 – Балльная дегустационная оценка молочного напитка, балл

Следующим определяющим показателем является энергетическая ценность продукта. Содержание жира в молочном напитке составило 0,5 г, белка – 5,0 г, углеводов – 8,0 г, сухих веществ – 15,0 г, а в целом энергетическая ценность 57 кКал, или 240 кДж.

По микробиологическим показателям продукт соответствует требованиям, представленным в *таблице 2*.

Таблица 2 – Микробиологические показатели молочного напитка

<b>Наименование показателя</b>	<b>Допустимый уровень</b>
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) (колиформы), объем продукта, в котором не допускаются, см <sup>3</sup>	0,1
Патогенные, в том числе сальмонеллы, объем продукта, в котором не допускаются, см <sup>3</sup>	25,0
Стафилококки <i>S. aureus</i> , объем продукта, в котором не допускаются, см <sup>3</sup>	1,0
Дрожжи, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	50,0
Плесневые грибы, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	50,0
Молочнокислые микроорганизмы, КОЕ/см <sup>3</sup> , не менее	1·10 <sup>7</sup>
Пробиотические микроорганизмы, КОЕ/см <sup>3</sup> (г), не менее	1·10 <sup>6</sup>

### **Выводы**

С учетом динамичного роста рынка молочных продуктов, расширения их ассортимента, в том числе специализированных пищевых продуктов на молочной основе, повышение спроса на них со стороны населения, медико-биологического и социально-экономического факторов, можно сделать вывод о перспективе развития данного рыночного сегмента.

Разработанный молочный напиток, предназначенный для употребления в составе рационов при метаболическом синдроме, обладает сбалансированным составом и высокими качественными показателями. Эффективность употребления подтверждена клинически, и сегодня данный продукт готовится к выходу на рынок.

*Исследование выполнено в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (FGMF-2022-0002).*

### **Литература:**

1. О развитии сельского хозяйства: Федеральный закон от 29.12.2006 № 264.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года.
3. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года № 1364-р.
4. Егорова, Л.Г. Анализ производства молочной продукции и его учетно-информационного обеспечения (на примере оренбургской области) / Л.Г. Егорова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 1. – С. 32–42.
5. Сергеев, В.Н. Использование в рационах питания специали-

зированных функциональных пищевых продуктов и пищевых добавок - дань моде или стратегия выживания? // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2019. – № 2. – С. 38–38.

6. Тутельян, В.А. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93. – № 1 (551). – С. 6–21.

7. Ким, М.Н. Тенденции развития алиментарно-зависимых заболеваний и роль функциональных продуктов в профилактике заболеваний / Л.Г. Егорова // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1-2 (22). – С. 65–68.

8. Новокшанова, А.Л. Состояние развития производства специализированных молочных продуктов в России / А.Л. Новокшанова // Молочная промышленность. – 2024. – № 4. – С. 33–38.

9. Лисицын, А.Б. Современные тенденции развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом / Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – Т.3 – № 1. – С. 29–45.

10. Новокшанова, А.Л. Исследование возможности применения функциональных пищевых ингредиентов в составе молочных продуктов для употребления при метаболическом синдроме / А.Л. Новокшанова, Е.М. Щетинина, А.С. Билялова // Ползуновский вестник. – 2024. – № 2. – С. 73–78. DOI: <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.009>

11. Специализированные пищевые продукты для диетической коррекции рациона больных с неалкогольным стеатогепатитом / В.М. Воробьева, И.С. Воробьева, С.В. Морозов [и др.] // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90. – № 2 (534). – С. 100–109.

12. Определение биологических эффектов и функциональных свойств продуктов на основе кобыльего молока // Вопросы питания. 2023. Т. 92. № S5 (549). – С. 257.

13. Разработка специализированных молочных продуктов в комплексном лечении ожирения и белково-энергетической недостаточности / Е.С. Симоненко, С.В. Симоненко, Е.С. Семенова [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2023. – Т. 16. – № 2 (60). – С. 43–48.

14. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93. – № 1 (551). – С. 6–21.

15. Биологически активные и технологические свойства белков молочной сыворотки / Е.С. Семенова, С.В. Симоненко, Е.С. Симоненко, А.В. Бегунова // Пищевая промышленность. – 2024. – № 8. – С. 20–24.

16. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / под ред. В. А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. – 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 1008 с.

17. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза 021/2011: утв. решением Комиссии Таможенного союза № 880 от 9 декабря 2011 г.

18. Аметов, А.С. Таурин – удивительная молекула в управлении метаболическим синдромом / Аметов А.С., Туркина С.В. // Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение. – 2020. – Т. 9. № 3 (32). – С. 44–51.

19. Коденцова, В.М. Функциональный ингредиент таурин: адекватные и клинически эффективные дозы / В.М. Коденцова, Д.В. Рисник, О.Б. Ладодо // Медицинский совет. – 2022. – Т. 16. – № 14. – С. 88–95.

20. L-карнитин: пищевые источники, адекватные и клинически эффективные дозы / В.М. Коденцова, Д.В. Рисник, Е.В. Крюкова, С.Г. Дарий // Медицинский совет. – 2024. – Т. 18. № 5. – С. 320–328.

21. Антиоксидантные свойства глюконата марганца как возможный механизм его противоопухолевого действия / Д.Н. Овсяк, С.И. Уразаева, В.А. Чумак, О.А. Князева // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 4-3. – С. 478–480.

### **References:**

1. Federal Law «On the Development of Agriculture», dated from December 29, 2006 N 264-FZ - Text direct

2. Doctrine of Food Security of the Russian Federation, approved by the Decree of the President of the Russian Federation, dated from January 21, 2020

3. Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030, approved by the Order of the Government of the Russian Federation, dated from June 29, 2016, no. 1364-r- Text direct

4. Egorova L.G. Analysis of dairy product manufacture and its accounting and information support (on the example of the Orenburg region). *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments], 2020, no. 1, pp. 32-42. (In Russian) - Text direct

5. Sergeev V.N. The use of specialized functional foods and food additives in diets - a tribute to fashion or a survival strategy? *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga* [Gastroenterology of St. Petersburg], 2019, no. 2, pp. 38-38. (In Russian) - Text direct

6. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B. Key problems in the food consumption pattern and breakthrough technologies for optimizing nutrition for the health of the population in Russia. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2024, vol. 93, no. 1 (551), pp. 6-21. (In Russian) – Text direct

7. Kim M. N. Trends in the development of alimentary- dependent

diseases and the role of functional products in disease prevention. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists]. 2016, no. 1-2 (22), pp. 65-68. (In Russian) – Text direct

8. Novokshanova A. L. The state of development of specialized dairy product manufacture in Russia. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2024, no. 4, pp. 33-38. (In Russian) – Text direct

9. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Modern trends in the development of functional food industry in Russia and abroad. *Teoriya i praktika pererabotki myasa* [Theory and Practice of Meat Processing], 2018, vol. 3, no. 1, pp. 29-45. (In Russian) – Text direct

10. Novokshanova A.L., Shchetinina E.M., Bilyalova A.S. Feasibility study of using functional food ingredients in dairy products intended for consumption when having metabolic syndrome. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunov Bulletin], 2024, no. 2, pp. 73-78. DOI: <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.009>. (In Russian) – Text electronic

11. Vorob'eva V.M., Vorob'eva I.S., Morozov S.V. Specialized food products for dietary correction of patients with non-alcoholic steatohepatitis. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2021, vol. 90, no. 2 (534), pp. 100-109. (In Russian) – Text direct

12. Simonenko E.S., Semenova E.S., Simonenko S.V. Determination of biological effects and functional properties of mare's milk-based products. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2023, vol. 92, no. S5 (549), pp. 257. (In Russian) – Text direct

13. Simonenko E.S., Simonenko S.V., Semenova E. S. Development of specialized dairy products in the complex treatment of obesity and protein-energy malnutrition. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii* [Food Industry: Science and Technology], 2023, vol. 16, no. 2 (60), pp. 43-48. (In Russian) – Text direct

14. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B. Key problems in the food consumption pattern and breakthrough technologies for optimizing nutrition for the health of the population in Russia. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2024, vol. 93, no. 1 (551), pp. 6-21. (In Russian) – Text direct

15. Semenova E.S., Simonenko S.V., Simonenko E.S., Begunova A.V. Biologically active and technological properties of whey proteins. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2024, no. 8, pp. 20-24. (In Russian) – Text direct

16. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B. *Nutritsiologiya i klinicheskaya dietologiya: natsional'noe rukovodstvo* [Nutrition and Clinical Dietetics: National Guidelines]. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2021. 1008 p. – Text direct

17. Technical Regulations of the Customs Union 021/2011 «On the safety of food products», approved by the decision of the Customs Union

Commission, no. 880 dated from December 9, 2011. - Text direct

18. Ametov A.S., Turkina S.V. Taurine as an amazing molecule in controlling metabolic syndrome. *Endokrinologiya. Novosti. Mneniya. Obuchenie* [Endocrinology. News. Opinions. Training]. 2020, vol. 9, no. 3 (32), pp. 44-51. (In Russian) – Text direct

19. Kodentsova V.M., Risnik D.V., Ladodo O.B. The functional ingredient taurine: adequate and clinically effective doses. *Medsitsinskiy sovet* [Medical Council], 2022, vol. 16, no. 14, pp. 88-95. (In Russian) – Text direct

20. Kodentsova V.M., Risnik D.V., Kryukova E.V., Darii S.G. L-carnitine: food sources, adequate and clinically effective doses. *Medsitsinskiy sovet* [Medical Council], 2024, v. 18, no. 5, pp. 320-328. (In Russian) – Text direct

21. Ovsyuk D.N., Urazaeva S.I., Chumak V.A., Knyazeva O.A. Antioxidant properties of manganese gluconate as a possible mechanism of its antitumor action. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik* [International Student Scientific Bulletin], 2018, no. 4-3, pp. 478-480. (In Russian) – Text direct

## Economic component and competitive advantages of development and manufacture of specialized dairy product

Nikityuk Dmitriy Borisovich, Academician of the Russian Academy of Science, Doctor of Science (Medicine), Professor,

e-mail: dimitrynik@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Shchetinina Elena Mikhaylovna, Doctor of Science (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher,

e-mail: schetinina2014@bk.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Tarmaeva Inna Yur'evna, Doctor of Science (Medicine), Professor, Scientific Secretary,

e-mail: tarmaeva@ion.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

**Keywords:** dairy industry, economic segment, specialized dairy product, health protection, competitiveness, quality indicators, production.

**Abstract.** The present scientific paper considers the economic component of development and feasibility of manufacturing a specialized dairy product intended for the obesity diet with the account of competitive advantages formed in the process of developing a product in view of medical and biological, socio-economic and technological issues. The article gives statistics data concerning manufacturing of dairy products, their consumption per capita, as well as the experience in the development and prospects for manufacturing an innovative food product. According to medical and biological research, there is currently an increase in alimentary-dependent diseases, among which obesity of various age groups occupies one of the central places. The main danger is that obesity entails a number of possible cardiological, neurological, musculoskeletal, etc. disorders. One of the ways to eliminate obesity problems is to change the patient's lifestyle, including working out of a diet based on fat and carbohydrate reduced foods, as well as increased physical activity. The diets of that kind should definitely include tasty and healthy food, be balanced in its

vitamin and mineral composition, and also satisfy the energy requirements of a particular population group. New technological solutions introduced for the production of innovative specialized milk-based products do not incur any additional costs associated with the purchase of separate equipment or the enterprise modernization. These products can be manufactured on the existing technological lines for producing similar products. The development and launch of specialized food products on the market requires an integrated approach involving representatives of the industry, science and the expert community. The work presents the results of research on the development and manufacture of a specialized milk drink, provides data on its composition and quality indicators.

# Микробиологические аспекты и потребительская оценка плавленого сыра

Носкова Вера Ивановна, кандидат технических наук, доцент  
e-mail: noskova.v.i@2.molochnoe.ru

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

Демидова Татьяна Сергеевна, студент-бакалавр  
e-mail: tanydem04@gmail.com

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

Овечкина Юлия Александровна, студент-бакалавр  
e-mail: iuliia.buzhorianu@yandex.ru

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

**Ключевые слова:** пищевая продукция, сыр плавленый, биологическая безопасность, микроорганизмы, потребительская оценка, сроки хранения.

**Аннотация.** Пищевые продукты в настоящее время – это больше, чем продукты питания, они являются источником макро- и микронутриентов, балластных и биологически активных веществ, необходимых организму для нормального функционирования, поэтому особое внимание необходимо уделять аспектам безопасности и новым рискам, возникающим при длительном хранении пищевых продуктов.

В статье изучены микробиологические аспекты формирования микробиоценоза пищевых продуктов и проведена оценка потребительских свойств пищевых продуктов на примере плавленых сыров, дана оценка потребительского рынка плавленого сыра на предмет нахождения в обращении некачественной и потенциально опасной для потребителей продукции. Рассмотрены возможные причины возникновения микробиологических рисков в процессе хранения, даны предложения по их снижению для данной товарной группы.

**Введение**

Современные тенденции на рынке пищевых продуктов диктуют их производителям условия, которые необходимы для успешного продвижения товаров и их конкурентоспособности в реалиях глобализации торговли, при этом возникают новые угрозы пищевой безопасности. Транспортирование пищевых продуктов на значительные расстояния, кейтеринг, самообслуживание в гипермаркетах – все это требует разработки пищевых продуктов с пролонгированными сроками годности, что способствует возникновению новых микробиологических угроз. Это доминирование психротрофной микрофлоры над мезофильной при хранении пищевых продуктов в условиях холодильника, культивирование филоментных форм микроорганизмов, устойчивых к температурному воздействию, смещение микробиоценозов в сторону развития анаэробных форм микроорганизмов в продукции в вакуумной упаковке. А применение значительного количества пищевых добавок, таких как регуляторы кислотности, способствует развитию алкалофильной посторонней микрофлоры, среди которой часто встречаются патогенные и условно-патогенные виды [1].

Особое внимание следует уделять качеству сырья, применяемого для изготовления пищевой продукции, так как при его производстве используют большое количество химических и биологических препаратов для лечения животных, поддержания санитарного состояния производственной среды, защиты растений от вредителей и т.д. Находясь в сырье, они будут оказывать влияние на развитие микрофлоры и при производстве продуктов питания [1].

Основу рациона значительной части населения Российской Федерации составляют молочные продукты, поэтому к ним предъявляются особые требования по безопасности, пищевой и биологической ценности [1, 2].

Сыры, в том числе плавленые, в последние годы показывают стабильный рост потребления в связи с разнообразием вкусов и широким товарным ассортиментом. Выбор потребителями того или иного вида сыра находится в зависимости от большого количества факторов, но доминирующими являются вкусовые предпочтения и финансовая составляющая. В современной России на продовольственном рынке существует большое количество видов сыра, но самыми популярными видами являются плавленый и твердый.

Плавленый сыр наиболее востребован на рынке в связи с относительно невысокой стоимостью по сравнению с сычужными сырами, широкой вкусовой гаммой, разнообразием упаковки и структуры. В рецептуры сыров с компонентами входят наполнители грибного, овощного, мясного направления, главное требование к

которым – сочетаемость с компонентами основы. Сладкие плавленые сыры содержат в своем составе сухофрукты, какао, цикорий, пектины, олигосахариды и другие ингредиенты, которые придают продукту диетические свойства [2, 3]. Согласно данным маркетингового исследования «Рынок плавленого сыра (с видами) в России с прогнозом 2027», проведенного маркетинговым агентством Роиф Эксперт в 2023 году, плавленый сыр покупают в среднем 2,1 раза в месяц, а 31% потребителей покупают плавленый сыр еженедельно, что говорит о существенной привлекательности данного сегмента для потребителей [4].

Как федеральные и региональные ритейлеры, так и мелкие торговые организации одним из основных требований к продукции считают сохранение потребительских свойств в заявленных сроках годности.

Актуальность исследований. Поэтому актуально осуществлять мониторинг показателей качества и безопасности пищевых продуктов, находящихся в обороте на территории Российской Федерации с целью подтверждения их свойств в заявленных сроках годности для минимизации потребительских рисков [5].

**Цель исследования** – оценка потребительских свойств и микробиологических показателей плавленых сыров, реализуемых в различных торговых точках г. Вологды с целью выявления в обращении на рынке продукции ненадлежащего качества и минимизации микробиологических рисков для потребителей.

#### **Методика и методы исследования**

Для исследования выбрали плавленые сыры в связи с тем, что в рецептуры продуктов этой товарной группы входит значительное количество различных молочных компонентов, значимо влияющих на контаминацию исходной смеси и готовый продукт, а немолочные ингредиенты являются источником дополнительного обсеменения посторонней микрофлорой [6].

Изучали органолептические показатели плавленых сыров ломтевых и пастообразных с различным составом: без компонентов; с компонентами и сладких. Проводили оценку плавленых сыров (образцы 1-8, рисунок) по органолептическим показателям, входящим в шкалу бальной оценки. Сначала оценивали внешний вид, затем вид на разрезе, цвет теста, далее вкус и запах и в последнюю очередь консистенцию образцов.

Микробиологические показатели образцов изучали путем высева соответствующих разведений продукта на среды для определения КМАФАнМ, дрожжей и плесневых грибов, стафилококков – МПА, Сабуро и ГРМ соответственно [7, 8], изучали признаки роста микроорганизмов на дифференциально-диагностических средах, проводили подсчет

колоний, их микроскопирование.

**Результаты исследований**

В связи с большим разнообразием оцениваемых параметров для оценки плавленых сыров применяется 30-ти бальная шкала, которая включает пять характеристик градации качества, наибольшее количество баллов в которой отводится вкусу и запаху – 15; консистенции – 9, остальные критерии качества оцениваются по 2 балла каждый [9, 10]. Результаты экспертизы качества плавленых сыров представлены на рисунке.

Из данных, приведенных на рисунке, видно, что 75% образцов имели пороки вкуса и запаха: нечистый, посторонний, щелочной (солей-плавителей) – № 2; слабовыраженный сырный – № 1. К порокам консистенции относятся: вязкая, тугоплавкая – №2 и слабая мучнистость – №1.

Пороки внешнего вида имели место у 37,5% образцов. Это излишне-темный цвет батона у колбасного сыра и прилипание продукта к фольге у некоторых образцов пастообразных сыров, что свидетельствует о нарушении технологических режимов копчения и охлаждения продуктов – высокая температура копчения при пониженной влажности в камере и помещение расфасованного продукта в горячем виде в камеру для охлаждения.

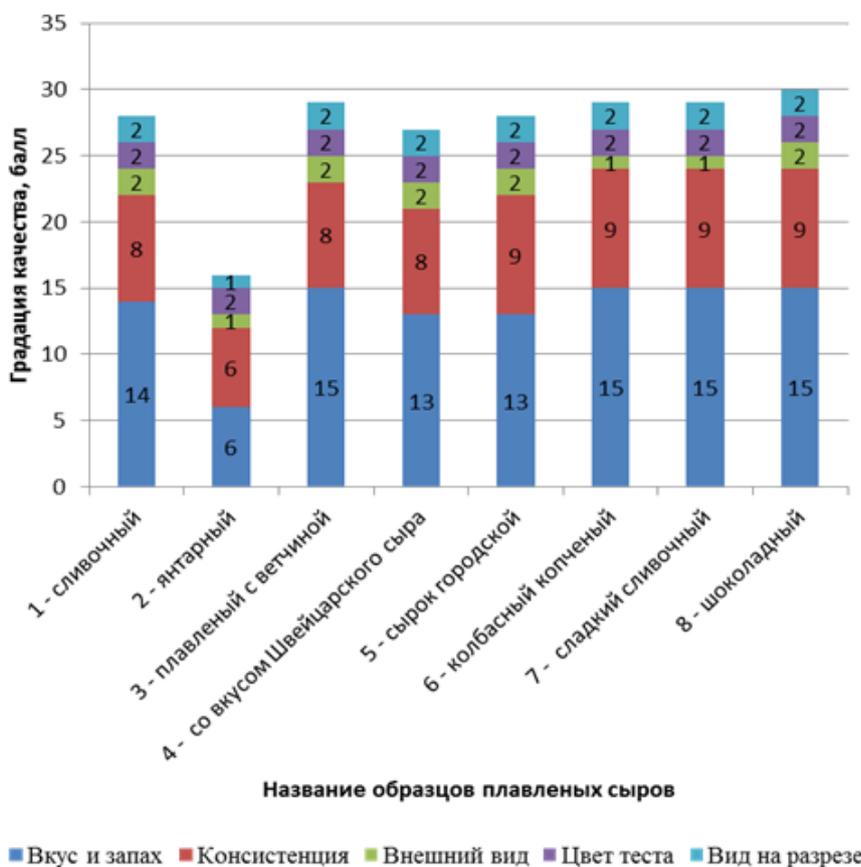


Рисунок 1 – Потребительская оценка плавленых сыров в баллах и доля каждого параметра в общей сумме баллов

Образец № 2 имел оценку по вкусу и запаху 6 баллов, что ниже допустимого уровня – 9 баллов.

При биологическом повреждении пищевой продукции в первую очередь наблюдается изменение органолептических показателей – вздутие и деформация упаковки, отделение сыворотки, расслоение, изменение цвета, помутнение и т.д. Как правило, эти изменения вызваны микробиологическими причинами вследствие развития различных групп микроорганизмов при превышении допустимых пределов их содержания [6, 11].

В пищевых продуктах, согласно риск-ориентированному подходу, нормируются следующие группы микроорганизмов: санитарно-показательные (СПМО); представители возбудителей порчи, патогенные, а в продуктах с применением биотехнологии ферментации – молочнокислые и пробиотические микроорганизмы.

При проведении внутризаводского контроля определяют представителей первой и третьей групп, исследования на наличие/отсутствие патогенов проводят в аккредитованных испытательных центрах и лабораториях [5, 12]. К санитарно-показательным микроорганизмам относят представителей кишечной микрофлоры, группа патогенов включает сальмонеллы, листерии и бактерии рода *Yersinia* [13].

Группа микроорганизмов, вызывающих биоповреждения пищевых продуктов, достаточно многочисленна. К возбудителям порчи пищевых продуктов относят термоустойчивые молочнокислые палочки, уксуснокислые, маслянокислые, психротрофные, спорообразующие, гнилостные бактерии, дрожжи, микрококки, плесневые грибы, энтерококки. Количество и качественный состав микрофлоры пищевого продукта зависит от контаминации исходного сырья, технологических приемов, производственной среды, способа упаковки, продолжительности и условий хранения [5, 8, 13].

В нормативных документах для каждой группы однородной продукции установлены нормативы по содержанию либо отсутствию всех вышеперечисленных микроорганизмов в единице массы [8]. Возможность развития микроорганизмов во время производства и хранения плавленых сыров определяется составом используемого сырья, изменениями состояния компонентов в процессе плавления, наличием влаги и активностью воды.

Диапазон содержания влаги для плавленых сыров составляет 50–60%, а активность воды колеблется от 0,94 до 0,96, что не ограничивает развитие высокоосмофильной микрофлоры, такой как плесневые грибы, дрожжи и другие микроорганизмы, которые хорошо адаптируются к среде с высоким содержанием соли и сахара [12]. Минимальное значение активности воды для роста некоторых плесеней представлено в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Значения активности воды для плесеней

<b>Вид плесени</b>	<b>Значение <math>a_w</math>, не более</b>
<i>Rhizopus nigricans</i>	0,94
<i>Penicillium expansum</i>	0,85
<i>Aspergillus flavus</i>	0,81
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,78
<i>Eurotium chevalieri</i>	0,71
<i>Xeromyces bisporus</i>	0,60

Для аэробных микроорганизмов необходим доступ кислорода, плотная структура плавленых сыров препятствует свободному его доступу, что затрудняет развитие аэробных микроорганизмов, включая плесневые грибы внутри продукта, но на поверхности их рост возможен [12].

Технологическая операция «плавление смеси» осуществляется при температуре 85°C и выше, что снижает бактериальную загрязненность готового продукта. При высокой исходной контаминации некоторые споровые формы, дрожжи и плесневые грибы выживают, получая сублетальные повреждения, которые репарируют, проходя период реактивации после термошока, вызванного процессом плавления [14].

Они сохраняют свою способность к развитию при последующем хранении в течение срока годности, который составляет для разных групп плавленых сыров от 1 до 6 месяцев, что может приводить к биоповреждениям продукта [11]. Результаты микробиологических исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микробиологические показатели исследованных образцов

<b>Номер образца</b>	<b>КМАФАнМ, КОЕ/г, не более</b>	<b>Масса продукта, г, в которой не допускаются БГКП (коли-формы),</b>	<b>Масса продукта, г, в которой обнаруживается <i>S. aureus</i> (1,0)</b>	<b>Дрожжи (Д), плесени (П), КОЕ/г, не более</b>
1	$5,0 \times 10^2$	0,1	не обн.	Д – $210^4$ , П – 0
2	$1,0 \times 10^3$	0,1	не обн.	Д – 0, П – 0
3	$3,8 \times 10^3$	0,1	не обн.	Д – 5, П – 2
4	$6,5 \times 10^4$	0,1	обн.	Д – 100, П > $100^*$
5	$1,4 \times 10^3$	0,1	обн.	Д – 5, П – 0
6	$2,5 \times 10^4$	0,1	не обн.	Д – 43, П – 0
7	$1,2 \times 10^4$	0,1	обн.	Д > 100, П > $100^*$
8	$1,8 \times 10^4$	0,1	не обн.	Д > $100^*$ , П – 0

\* Наблюдали сплошной рост.

Микробиологические показатели для плавленых сыров без наполнителей составляют: КМАФАнМ –  $5 \times 10^3$  КОЕ/г, количество дрож-

жей и плесневых грибов не более 50 КОЕ/г каждого вида; для сыров с наполнителями – КМАФАнМ –  $1 \times 10^4$  КОЕ/г, количество дрожжей и плесневых грибов не более 100 КОЕ/г каждого вида; БГКП не должны обнаруживаться в 0,1 г продукта [14, 15]. Как видно из представленных данных, половина образцов не соответствуют требованиям по общему количеству микроорганизмов: № 4 – более чем в 10 раз; № 6 – в 2,5 раза; № 7 – в 1,2 раза; № 8 – в 1,8 раза.

В большинстве мазков были обнаружены микроорганизмы порчи: грамположительные спорообразующие палочки клостридиального типа, дрожжи, молочная плесень, микрококки. Несмотря на то, что данные микроорганизмы не относятся к группе патогенов, превышение допустимых пределов не может считаться безопасным для потребителей.

Их присутствие в готовом продукте может быть обусловлено высокой контаминацией исходного сырья споровой и другой высокоосмофильной микрофлорой, а также нарушением санитарных условий производства и холодильной цепочки при транспортировании и хранении плавленых сыров, что способствует, во-первых, повышению количества остаточной микрофлоры в готовом продукте, а во-вторых, развитию этой микрофлоры в упаковке при хранении [7, 8].

По содержанию СПМО все образцы соответствуют требованиям, что свидетельствует о том, что процесс плавления производился при температуре 85°C и выше. Представители кишечной микрофлоры не термостойки, их гибель наступает при 72°C. При производстве сладких плавленых сыров дополнительным источником обсеменения является сахар, который содержит такие микроорганизмы порчи, как дрожжи, которые при развитии придают продукту кислый, посторонний, дрожжевой вкус и запах, а также может присутствовать газообразование [6]. Наблюдали превышение по данному показателю у образцов № 1, 4, 7 и 8.

Несмотря на то, что в данной товарной группе не нормируется содержание таких микроорганизмов, как золотистый стафилококк, провели посев образцов на дифференциально-диагностическую среду для его идентификации [5, 6], так как присутствие *S. aureus* свидетельствует о нарушениях санитарно-гигиенических условий на производстве, связанных с персоналом. Установили присутствие *S. aureus* в образцах № 4, 5 и 7, обсеменение которыми происходит от бактерионосителей.

### **Заключение**

Полученные данные свидетельствуют о наличии резервов для повышения качества продуктов анализируемой группы. По результатам проведенного исследования также установлено, что в торговых точках потребитель может приобрести потенциально опасную продукцию, не

соответствующую требованиям законодательства, 50% образцов не соответствуют требованиям по микробиологическим показателям, 75% имеют отклонения параметров качества от нормативов.

Поэтому для обеспечения населения безопасными пищевыми продуктами на пищевых производствах необходимо:

- изучать микрофлору пищевых продуктов для выявления влияния на микробиоценозы сырья, компонентов, пищевых добавок;
- разрабатывать новые методы и методики микробиологического исследования пищевых продуктов;
- расширять или менять номенклатуру исследуемых микробиологических показателей;
- осуществлять независимый мониторинг качества пищевой продукции по микробиологическим показателям на всех этапах жизненного цикла пищевой продукции.

Микробиологическими рисками современных пищевых технологий являются сырье, условия его хранения и подготовки; пищевые добавки, применяемые для улучшения структуры, пролонгирования сроков годности, регулирования кислотности и т.д.; производственная среда и аггравированная температура хранения продукта по всей цепочке от предприятия-изготовителя до конечного потребителя [11].

### **Литература:**

1. Качество и безопасность молочных продуктов / И.И. Дунченко, С.В. Купцова, М.С. Капотова, В.Г. Глиадзе // Переработка молока. – 2003. – № 6. – С. 1–4.
2. Свириденко, Ю.Я Состояние производства плавленых сыров и перспективные направления исследований / Ю.Я. Свириденко, А.В. Дунаев // Плавленые сыры: нормативная база, сырье, ингредиенты, передовые технологии, оборудование, маркировка: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Углич, РАСН ГНУ ВНИИМС, 2–4 июня, 2009 г. – С. 5–12.
3. Дунаев, А.В. Плавленому сыру – 100 лет / А.В. Дунаев, Е.А. Водолазская, Т.А Коновалова // Переработка молока. – 2011. – № 2. – С. 58–61.
4. Российский рынок сыра: комплексный анализ и прогноз. Июль, 2023: аналитическое исследование / АО «РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ» ANALYTICRESEARCHGROUP (ARG). – демоверсия. – URL: <https://marketing.rbc.ru/research/issue/65552/>
5. Дунаев, А.В. Организация производственного контроля плавленых сыров / А.В. Дунаев // Плавленые сыры: нормативная база, сырье, ингредиенты, передовые технологии, оборудование, маркировка: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Углич,

РАСН ГНУ ВНИИМС, 2–4 июня, 2009 г. – С. 27.

6. Система прослеживаемости микробиологических рисков, влияющих на качество и хранимоспособность плавленых сыров / Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2017. – № 5. – С. 40–43.

7. Влияние микробиологических рисков на качество и хранимоспособность плавленых сыров / Ю.Я. Свириденко, Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Переработка молока. – 2017. – № 11. – С. 38–41.

8. Перфильев, Г.Д. Микробиология и биотехнология переработки молочного сырья / Г.Д. Перфильев // Сыроделие и маслоделие. – 2004. – № 3. – С. 11–14.

9. ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые. Общие технические условия // СПС ТехЭксперт: [сайт]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53685/>

10. ГОСТ 33630-2015 Сыры и сыры плавленые. Межгосударственный стандарт. Методы контроля органолептических показателей // СПС ТехЭксперт: [сайт]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/62410/>

11. Лапшина Н.Ф., Аветикянц А.Г., Белов Б.И. Прогнозирование срока хранения плавленых сыров // Известия вузов. Пищевая технология. – 1994. – № 1–2. С. 72–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-sroka-hraneniya-plavlenyh-syrov>

12. Микробиологические аспекты производства плавленых сыров / Г.Д. Перфильев, Н.П. Захарова, В.Ф. Роздова, О.А. Воинская // Проблемы глубокой переработки с/х сырья и экологической безопасности в производстве продуктов питания XXI века: материалы научно-практической конференции. – Углич, 2001. – С. 363–365.

13. Свириденко, Г.М. Микробиологический контроль в производстве плавленых сыров / Г.М. Свириденко // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 4. – С. 12–15.

14. Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / С.А. Рябцева [и др.]. – 4-е, стер. изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 192 с. // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162387>

15. Дунаев, А.В. Требования документов Таможенного союза к производству плавленых сыров / А.В. Дунаев // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 1. – С. 24–26.

## References:

1. Dunchenko I.I., Kuptsova S.V., Kapotova M.S., Gliadze V.G. Quality

and safety of dairy products. Pererabotka moloka [Milk Processing], 2003, no.6, pp. 1- 4. (In Russian) – Text direct

2. Sviridenko Yu.Ya., Dunaev A.V. Processed cheese production performance and promising research directions. Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Plavlenye syry» [Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf. «Processed Cheeses»]. Uglich, RASN GNU VNIIMS Publ., June 2-4, 2009, pp. 5-12. (In Russian) – Text direct

3. Dunaev A.V., Vodolazskaya E.A., Konovalova T.A. Processed cheese marks 100th anniversary. Pererabotka moloka [Milk Processing], 2011, no. 2, pp. 58-61. (In Russian) – Text direct

4. Rossiyskiy rynek syra: kompleksnyy analiz i prognoz [The Russian Cheese Market: a Comprehensive Analysis and Forecast]. Available at: <https://marketing.rbc.ru/research/issue/65552/> – Text electronic

5. Dunaev A.V. Implementation of manufacturing control of processed cheeses. Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Plavlenye syry» [Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf. «Processed Cheeses»]. Uglich, RASN GNU VNIIMS Publ., June 2-4, 2009, pp. 27. (In Russian) – Text direct

6. Sviridenko G.M., Sviridenko Yu.Ya., Zakharova M.B., Babkina N.G. System of traceability of microbiological risks affecting the quality and storage capacity of processed cheeses. Syrodelie i maslodelie [Cheesemaking and Buttermaking], 2017, no.5, pp. 40-43. (In Russian) – Text direct

7. Sviridenko Yu.Ya., Sviridenko G.M., Zakharova M.B., Babkina N.G. Influence of microbiological risks on the quality and storage capacity of processed cheeses. Pererabotka moloka [Milk Processing], 2017, no. 1, pp. 38-41. (In Russian) – Text direct

8. Perfil'ev G.D. Microbiology and biotechnology of processing dairy raw materials. Syrodelie i maslodelie [Cheesemaking and Buttermaking], 2004, no. 3, pp. 11-14. (In Russian) – Text direct

9. State Standard 31690-2013. Processed cheeses. General Technical Conditions. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53685/> – Text electronic

10. State Standard 33630-2015. Cheeses and Processed Cheeses. The Interstate Standard. Methods of Controlling Organoleptic Parameters. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/62410/> – Text electronic

11. Lapshina N. F., Avetikyants A. G., Belov B. I. Forecasting the shelf life of processed cheeses. Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya [Proceedings of Universities. Food Technology], 1994, no.1-2, pp.72-74, Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-sroka-hraneniya-plavlenyh-syrov> (In Russian) – Text electronic

12. Perfil'ev G.D., Zakharova N.P., Rozdova V.F., Voinskaya O.A. Microbiological aspects of processed cheese production. Materialy

nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy glubokoy pererabotki sel'skokhozyaystvennogo syr'ya i ekologicheskoy bezopasnosti v proizvodstve produktov pitaniya XXI veka» [Proc. of Scientific and Practical Conf. «Problems of high-level processing of agricultural raw materials and environmental safety in food production of the 21st century»]. Uglich, 2001, pp. 363-365. (In Russian) – Text direct

13. Sviridenko G.M. Microbiological control in the production of processed cheeses. Syrodelie i maslodelie [Cheesemaking and Buttermaking], 2009, no. 4, pp. 12-15. (In Russian) – Text direct

14. Ryabtseva S.A. Mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov [Microbiology of Milk and Dairy Products]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2021. 192 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/162387> – Text electronic

15. Dunaev A.V. Regulations of the Customs Union documents for the processed cheeses production. Syrodelie i maslodelie [Cheesemaking and Buttermaking], 2015, no. 1, pp. 24-26. (In Russian) – Text direct

## Microbiological aspects and consumer evaluation of processed cheese

Noskova Vera Ivanovna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor

e-mail: [noskova.v.i@2.molochnoe.ru](mailto:noskova.v.i@2.molochnoe.ru)

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

Demidova Tat'yana Sergeevna, student

e-mail: [tanydem04@gmail.com](mailto:tanydem04@gmail.com)

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

Ovechkina Yuliya Aleksandrovna, student

e-mail: [iuliia.buzhorianu@yandex.ru](mailto:iuliia.buzhorianu@yandex.ru)

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

**Keywords:** food products, processed cheese, biological safety, microorganisms, consumer evaluation, shelf life.

**Abstract.** Currently, food products are more than just food, they are a source of macro- and micronutrients, ballast and biologically active substances necessary for the normal functioning of the body, therefore, special attention should be paid to safety aspects and new risks arising from long-term storage of food products.

The present work describes the microbiological aspects in the formation of the food product microbiocenosis and analyzes the consumer properties of food products using processed cheese as an example; it evaluates the consumer market of processed cheeses in terms of low-quality and potentially dangerous products in circulation. The authors consider the possible causes of microbiological risks during storage, and give suggestions for their reduction in this product group.

## Использование антиоксидантов в продуктах маслоделия. Астаксантин

Татьяна Александровна Павлова, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела маслоделия

e-mail: t.pavlova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич

Юлия Владимировна Никитина, младший научный сотрудник направления исследований по стандартизации и метрологии

e-mail: yu.nikitina@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич

Екатерина Сергеевна Данилова, научный сотрудник отдела маслоделия

e-mail: e.danilova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич

**Ключевые слова:** антиоксиданты, астаксантин, бетулин, дигидрокверцетин, масло сливочное, масло сливочное с вкусовыми компонентами.

**Аннотация.** В статье проанализировано использование астаксантина и других антиоксидантов в питании человека. Цель работы – изучить отдельные свойства сливочного масла, обогащенного астаксантином, и гармонизировать его вкусовой букет и качество за счет применения добавок закуского, деликатесного и функционального назначения. В качестве объектов исследования фигурировали образцы масла сливочного с астаксантином и пищевкусовыми добавками овощного и океанического происхождения, в частности добавка «Артемия Голд», содержащая цисты рачков рода *Artemia*. В процессе исследования применялись методы: анализ литературных публикаций в области использования антиоксидантов, в частности астаксантина; органолеп-

тическая оценка сливочного масла, изготовленного с использованием астаксантина и пищевкусовых добавок; анализ жирнокислотного состава жировой фазы объектов исследований с использованием метода газовой хроматографии. Оценку органолептических показателей образцов сливочного масла проводила экспертная группа аттестованных дегустаторов Всероссийского научно-исследовательского института маслоделия и сыроделия. По итогам проведенных исследований выявлено положительное влияние вносимых добавок целевого назначения (астаксантина, добавки «Артемия Голд») на органолептические показатели масла сливочного, а также оценено влияние вносимых добавок на жирнокислотный состав готового продукта.

### **Введение**

Антиоксидантами являются различные природные продукты и их компоненты, защищающие организм человека от негативного окислительного воздействия кислорода [1, 2]. Ведущим назначением антиоксидантов является блокирование процессов окисления [3]. Природные антиоксиданты как естественные агенты обмена веществ не нарушают химическую саморегуляцию, поступая в организм человека с пищей. Среди них известны: бутилгидрокситолуол, кверцетин, бетулин, дигидрокверцетин и другие [4].

Наибольшую популярность в молочной отрасли приобрел *дигидрокверцетин* (ДКВ). Он относится к природным антиоксидантам и получается путем извлечения из древесины и коры хвойных деревьев, преимущественно лиственницы. ДКВ, характеризуется высокой стабильностью антиокислительного действия, не обладает аллергизирующими, эмбриотоксичными, иммунотоксичными и мутагенными свойствами. Помимо антиокислительной активности, он имеет широкий спектр биологической активности, оказывая капилляроукрепляющее, противовоспалительное, гепатопротекторное, гастропротекторное, гиполлипдемическое (антисклеротическое), радиопротекторное действия [5].

Исследованиями, проведенными отечественными учеными, доказана целесообразность и эффективность применения дигидрокверцетина с целью увеличения в 2–3 раза сроков годности молочной продукции: сухого молока, творога, сметаны, мороженого, плавленых сыров [6]. Не менее интересно его применение и в составе продуктов маслоделия. Так во ВНИИМС (г. Углич) проводились работы, позволившие доказать эффективность применения дигидрокверцетина для увеличения сроков годности сливочного масла [7, 8].

Известен опыт применения в маслоделии в качестве антиоксидантов экстрактов «Aloe Vera» и бересты, наработанный специалистами ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», ФГБОУ ВО «ОГАУ имени Н.В.

Парахина» (г. Орел). В ходе их работы подобраны дозировки этих природных антиоксидантов и установлены оптимальные температурные режимы сбивания сливок-сырья, гарантирующие высокие потребительские показатели масла сливочного с комплексом природных антиоксидантов [9, 10]. По результатам исследований разработаны рецептура и технология производства сливочного масла с природными антиоксидантами – экстрактами бересты, содержащими пентациклический тритерпеновый спирт бетулин, флавоноиды, органические кислоты, антиоксидантное действие которого обусловлено входящими в его состав витаминами А, В, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, С, Е [1, 11].

Природные антиоксиданты как естественные агенты обмена веществ не нарушают химический гомеостаз организма и не вызывают ответной реакции со стороны иммунной системы. Тем не менее, есть определенные сложности в применении некоторых природных антиоксидантов. Их особенностью является то, что в экстрактах сохраняется вкус и запах, характерный для самого растения, что может оказать негативное влияние на органолептические характеристики готовых продуктов, а также их высокая стоимость [1]. Поиск оптимальных антиоксидантов на сегодняшний день является актуальной задачей для молочной промышленности, а одним из перспективных природных антиоксидантов является *бетулин*.

Широкий спектр биологической активности бетулина придает масложировой пищевой продукции функциональные свойства, а его антиоксидантное действие увеличивает сроки хранения продукции, позволяя избежать использования химических пищевых добавок. В настоящее время разработаны способы производства кисломолочных продуктов с добавлением бетулинсодержащих добавок: с тритерпеносодержащей добавкой, с введением в состав бетулина в виде жировой эмульсии на основе молочного и/или растительного жира, с экстрактом бересты, с бетулинолом в качестве консервирующего агента (Патент Российской Федерации 2010139013/10, 20.03.2011. Способ консервирования обезжиренного молока и обезжиренных молочных продуктов / В.В. Балакшин, А.Н. Чистяков, Н.А. Тюрина, Н.А. и др. // Патент России № 2462037, 2011. Бюл. № 27).

Проводились исследования, связанные с разработкой технологии модифицирования полимерной тары природными антимикробными и антиоксидантными компонентами [12]. В качестве природных модификаторов использовался экстракт коры березы с основным действующим компонентом бетулин и экстракт коры лиственницы с основным действующим компонентом дигидрокверцетин. Исследования [13] показали, что экстракт коры берёзы не изменяет ферментацию молочной среды, не вступает в реакцию с находящимися в молоке аминокислота-

ми и усиливает стабилизирующие свойства аминокислот, влияющих на сохранность молока и молочных продуктов в процессе хранения.

Усилить антиоксидантную активность можно внесением в масло ягодных компонентов, обладающих указанными свойствами. Одной из таких ягод является черника.

Дальневосточными учеными для решения вышеобозначенной задачи исследована возможность применения бетулина (экстракт коры березы *Betula pendula* R.) и замороженной черники в технологии масла сливочного в качестве обогащающих компонентов и компонентов, способствующих продлению срока хранения готового продукта [14].

Применение антиоксидантов – экстрактов некоторых лекарственных трав – способствует увеличению сроков хранения жировой продукции [15]. Экстракты розмарина эффективны в защите цвета и вкуса натуральных продуктов и как новое поколение антиоксидантов пользуются спросом среди производителей в качестве растительных функциональных добавок. Антиоксидантная активность розмарина вызвана в основном фенольными дитерпенами, карнозолом и карнозиновой кислотой. Экстракт розмарина обладает каскадной способностью обновления витамина E, участвует в изменениях карнозиновой кислоты: «улавливая» свободный радикал. Антиоксидантная молекула карнозиновой кислоты меняет свою структуру и превращается в карнозол, который впоследствии также «улавливает» свободный радикал и меняется, преобразуясь в розманол. Розманол продолжает «улавливать» радикалы, из него получается галдозол, реализуя далее непрерывный каскадный процесс [16].

Известен также положительный эффект применения в маслоделии экстракта из листьев моринги, который получали из высушенных и измельченных листьев путем экстракции их 80%-ным этиловым спиртом при комнатной температуре в течение 48 ч. Образцы масла, в которые был внесен экстракт моринги, были расфасованы в воздухо-непроницаемую полиэтиленовую упаковку, в которой хранились в течение 90 дней при температуре  $(10 \pm 1)$  °C. По результатам работы была установлена оптимальная дозировка экстракта моринги и доказан ее положительный антиоксидантный эффект в хранении сливочного масла [17].

Здоровая диета современного человека характеризуется высоким потреблением различных биоактивных соединений, обычно содержащихся в натуральных, органических и свежих продуктах питания. Среди таких биоактивных соединений центральное место занимает *астаксантин* – красный каротиноидный пигмент, способный вбирать в себя ультрафиолет, защищая водоросли и растения от разрушающих лучей солнечного света. В живых организмах он выполняет схожую функцию: выступает в качестве протектора для клеточных мембран, препятствуя

их окислению [18].

В научной литературе астаксантин признан потенциальным нутрицевтиком благодаря своим антиоксидантным, противовоспалительным и нейротрофическим свойствам. Он защищает мембраны клеток всех органов, укрепляет и усиливает иммунитет, повышает мышечную активность и выполняет множество других функций, а именно:

- преодоление гематоэнцефального барьера (снабжает головной мозг и центральную нервную систему антиоксидантом, оказывающим противовоспалительное действие);
- проникает в сетчатку глаза, способствуя восстановлению зрения (оказывает противовоспалительное и питательное действие);
- оказывает противоопухолевое действие;
- обладает обезболивающим эффектом путем взаимодействия с мышечными тканями;
- способствует устойчивой работе мочеполовой системы;
- снижает кровяное давление, способствуя продолжительной работе сердечно-сосудистой системы;
- питает и увлажняет кожу, обеспечивая профилактику кожных заболеваний;
- выступает в качестве сильнейшего антиоксиданта, быстро улавливает свободные радикалы и гасит синглетный кислород [2, 19].

Природный астаксантин по своим свойствам в значительной степени превосходит иные антиоксиданты, в частности более, чем в 40 раз – бета-каротин, в 65 раз – витамин С, в сотни раз – витамин Е [20].

Механизм образования природного астаксантина начинается с процесса объединения трех молекул изопентенилпирофосфата (IPP) с одной молекулой диметилаллилпирофосфата (DMAPP) с помощью изомеразы IPP, в результате чего образуется геранилгеранил-пирофосфат (GGPP). Затем две молекулы GGPP соединяются фитоинсинтазой с образованием фитоена, впоследствии под действием фитоендесатуразы в молекуле фитоена образуются четыре двойные связи с образованием ликопина. После десатурации ликопенциклаза сначала образует  $\gamma$ -каротин, превращая один из ациклических концов ликопина в  $\beta$ -кольцо, затем превращает другой конец в форму  $\beta$ -каротина. Гидролазы (на рисунке обозначены синими стрелками) ответственны за включение двух 3-гидроксигрупп, а кетолазы (зелёные стрелки) – за добавление двух 4-кетогрупп до тех пор, пока не будет получена конечная молекула – астаксантин [21]

Структурно астаксантин очень похож на  $\beta$ -каротин, но, благодаря гидроксильным группам по обоим концам молекулы, обладает амфифильными свойствами, что позволяет его молекуле легко проникать через клеточные мембраны, а 13 сопряженных двойных связей имеют

огромный восстановительный потенциал.

Синтетический астаксантин, имеющий несравнимо низкие показатели антиоксидантной активности относительно астаксантина природного происхождения, имеет другой молекулярный профиль. В природе астаксантин может присутствовать не только в свободной форме, но и в форме моно- и диэфиров (так, в антарктическом криле до 65% астаксантина содержится в виде диэфира, в водорослях – до 70% в виде моноэфира) [22, 23].

В промышленном производстве используется эффективный синтез астаксантина из изофорона (цис-3-метил-2-пентен-4-ин-1-ола) и симметричного  $C_{10}$ -диальдегида в сочетании с реакцией Виттига в метаноле, этаноле или их смеси с выходом до 88% [24].

В природе астаксантин вырабатывается естественным путем в пресноводных микроводорослях *Haematococcus pluvialis* и дрожжевом грибе *Xanthophyllomyces dendrorhous*. Когда водоросли испытывают стресс из-за недостатка питательных веществ, повышенной солености или чрезмерного солнечного света, они вырабатывают астаксантин. Животные, питающиеся этими водорослями, приобретают красно-оранжевую астаксантиновую пигментацию [25, 26]. Природные источники астаксантина можно найти в обычном продуктовом магазине, он содержится в красной форели, нерке, кете, креветках, раках, красной икре, а также клюкве, чернике, томатах.

Потребляя вышеупомянутые продукты питания, человек обогащает свой организм питательными веществами, в том числе и антиоксидантом астаксантином, который помогает разгладить морщины, уменьшить пигментные пятна и поддерживает влажность и эластичность кожи.

Известно, что астаксантин нейтрализует свободные радикалы в эпидермисе и дерме, увеличивает количество естественных восстановительных ферментов, таких как супероксиддисмутаза 2, каталаза и глутатионпероксидаза 1, в клетках, подвергшихся УФ-облучению. Также, по всей вероятности, он может предотвращать образование липид-пероксидаз, что способствует нормализации количества и состава вырабатываемого себума, которое с возрастом постепенно снижается. Поскольку астаксантин защищает липиды себума от окисления липид-пероксидазами, он может помочь предотвратить огрубение кожи с возрастом. Также нередко он наносится непосредственно на кожу для защиты от солнечных ожогов и лечения верхних слоев эпидермиса.

Как и любой каротиноид, астаксантин поддерживает здоровье глаз и предотвращает возрастную потерю зрения, снижает уровень триглицеридов в крови и повышает уровень липопротеинов высокой плотности (ЛПВП или «хорошего» холестерина) у людей с высоким уровнем холестерина в крови.

Астаксантин отлично усваивается в организме человека, является безопасным и нетоксичным в применении. В отличие от  $\beta$ -каротина он не способен превращаться в витамин А, в связи с чем исключает появление гипервитаминоза А при его чрезмерном потреблении [27, 28].

В соответствии с решением Европейской комиссии по питанию, в 2019 году была установлена новая норма суточного потребления астаксантина в размере 0,2 мг/кг массы тела, которая заменила предыдущую норму в размере 0,034 мг/кг массы тела, установленную в 2014 году (ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»).

Обогащение традиционных продуктов питания астаксантином является актуальной задачей, которую уже начали реализовывать некоторые производители.

В свете вышеизложенного во ВНИИМС в разное время проводились работы по изучению влияния антиоксидантов на качество и вкусовые особенности продуктов маслоделия. Исходя из актуальности вышеобозначенного вопроса, в настоящее время начаты исследования масла сливочного, в состав которого включен астаксантин.

Учитывая полученные предварительные результаты, целью работы является гармонизация вкусового букета масла сливочного с астаксантином за счет применения вкусовых добавок закуского, деликатесного и функционального назначения, а также исследование изменений жирнокислотного состава продуктов маслоделия с их применением.

### **Объекты и методы исследования**

Исследования проводились на базе отдела маслоделия Всероссийского научно-исследовательский института маслоделия и сыроделия – филиала Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова (г. Углич). Изготовление образцов масла осуществлялось в условиях производственно-экспериментального цеха института.

Определение жирнокислотного состава (ЖКС) проводили в соответствии с ГОСТ 31663–2012. Для определения ЖКС использовали газовый хроматограф «Хромос ГХ-1000» (ООО «Хромос», Россия), колонку CP – Sil 88 for FAME 100m×0.25mm×0.2 $\mu$ m («Agilent Technologies», США). Объем вводимой пробы – 1 мм<sup>3</sup>; температура инжектора – 220 °С. Программа термостата: 1) 100 °С – 4 мин, с повышением температуры на 5 °С в течение 20 мин; 2) 170 °С – 20 мин, с повышением температуры на 5 °С в течение 9 мин; 3) 215 °С – 30 мин (продолжительность анализа – 77 мин); газ-носитель – азот. Идентификацию метиловых эфиров жирных кислот проводили по стандартной смеси Supelko 37 Component FAME Mix («Supelko», США). Расчет полученных данных проводили методом внутренней нормализации в программе «Хромос».

Исследования жирнокислотного состава образцов масла прово-

дили в условиях повторяемости. Обработку полученных данных и построение графиков осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016. Для оценки статистически значимых различий между образцами применяли однофакторный дисперсионный анализ ANOVA. Для проведения парного сравнения выборок использовали апостериорные критерии Тьюки. Статистически значимый результат оценивали при  $p \leq 0,05$ .

Идентификационные характеристики жировой фазы масла определяли по ГОСТ 32261–2013 «Масло сливочное. Технические условия».

Органолептическую оценку образцов масла проводили согласно ГОСТ 33632-2015 путем закрытой дегустации. В состав дегустационной комиссии входило 9 аттестованных экспертов. Характеристики продукта, такие как наличие пороков консистенции, характерных привкусов (сливочный, пастеризации, сладость, соленость, привкус добавленных компонентов, гармоничность вкуса, посторонний привкус) и степень их выраженности определяли по 5-балльной шкале (с увеличением значения показателя по мере усиления его выраженности).



С целью обогащения масла сливочного астаксантином использовали биологически активную добавку (БАД) «Астаксантин + Омега-3 + Омега-6 + йод», разработанную научно-исследовательским институтом терапии и профилактической медицины – филиалом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр цитологии и генетики СО РАН» (г. Новосибирск) (рис. 1).

Рисунок 1 – Биологически активная добавка (БАД) «Астаксантин + Омега-3 + Омега-6 + йод»

Разработчиком заявлено, что при приеме двух капсул добавки человек получает не менее 1 мг астаксантина в день, что соответствует его суточной адекватной норме потребления.

Согласно ТР ТС 021/2011, «содержание каждого пищевого или биологически активного вещества в обогащенной пищевой продукции, использованного для обогащения, должно быть доведено до уровня употребления в 100 мл или 100 г, или разовой порции такой продукции не менее 5% уровня суточного потребления». Исходя из вышесказанного, была рассчитана доза вносимого в продукт биокомплекса «Астаксантин» – 5,0% от суточной нормы потребления сливочного масла человеком (от 15 до 20 г/сут), что фактически составляет от 750 г до 1000 г БАД на 1000 кг готового продукта.

Впоследствии при планировании работы было принято решение разработать линейку продуктов маслоделия с антиоксидантной добавкой (астаксантином), обогатив их вкус традиционными пищевкусовыми компонентами закусочного назначения – томатной пастой, луком-шнитт и солью. В качестве нетрадиционного вкусового компонента деликатесного профиля была использована БАД «Артемия Голд», состоящая из порошка яиц (цист) рачка рода *Artemia* (*Artemia* sp.), содержащая: нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК); йод; аминокислоты; витамины А, Д, Е; астаксантин; коллаген; омега-6; омега-3 и др. (Добрынина, Н.А. Пищевая биологически активная добавка из цист рачка рода *Artemia* / Н.А. Добрынина, В.Н. Богатыренко, А.И. Иванков (ООО «БИО Билдинг») // Патент на изобретение RU 2604299 C1, 10.12.2016. Заявка № 2015139022/13 от 11.09.2015. Добрынина, Н.А. Сухая форма биологически активной добавки к пище на основе цист рачка рода *Artemia* / Н.А. Добрынина, А.И. Иванков, В.Н. Богатыренко, (ООО «БИО Билдинг») // Патент на изобретение RU 2550025 C1, 10.05.2015. Заявка № 2014112187/13 от 28.03.2014).



Рисунок 2 – Образец сливочного масла «Опыт-4»

В качестве объектов исследования были представлены образцы сливочного масла: № 1 – сливочное масло Бутербродное массовой долей жира 61,5% (Контроль-1); № 2 – сливочное масло массовой долей жира 61,5% с добавлением астаксантина (Контроль-2); № 3 – сливочное масло массовой долей жира долей жира 61,5% с добавлением астаксантина, томатной пасты и порошка цист рачка рода *Artemia* (Опыт-1);

№ 4 – сливочное масло массовой долей жира долей жира 61,5% с добавлением астаксантина и порошка цист рачка рода *Artemia* соленое (Опыт-2);

№ 5 – сливочное масло массовой долей жира долей жира 61,5% с добавлением астаксантина, томатной пасты и лука-шнитт (Опыт-3);

№ 6 – сливочное масло массовой долей жира долей жира 61,5% с добавлением астаксантина, с морскими водорослями и луком-шнитт, соленое (Опыт-4) (рисунок 2).

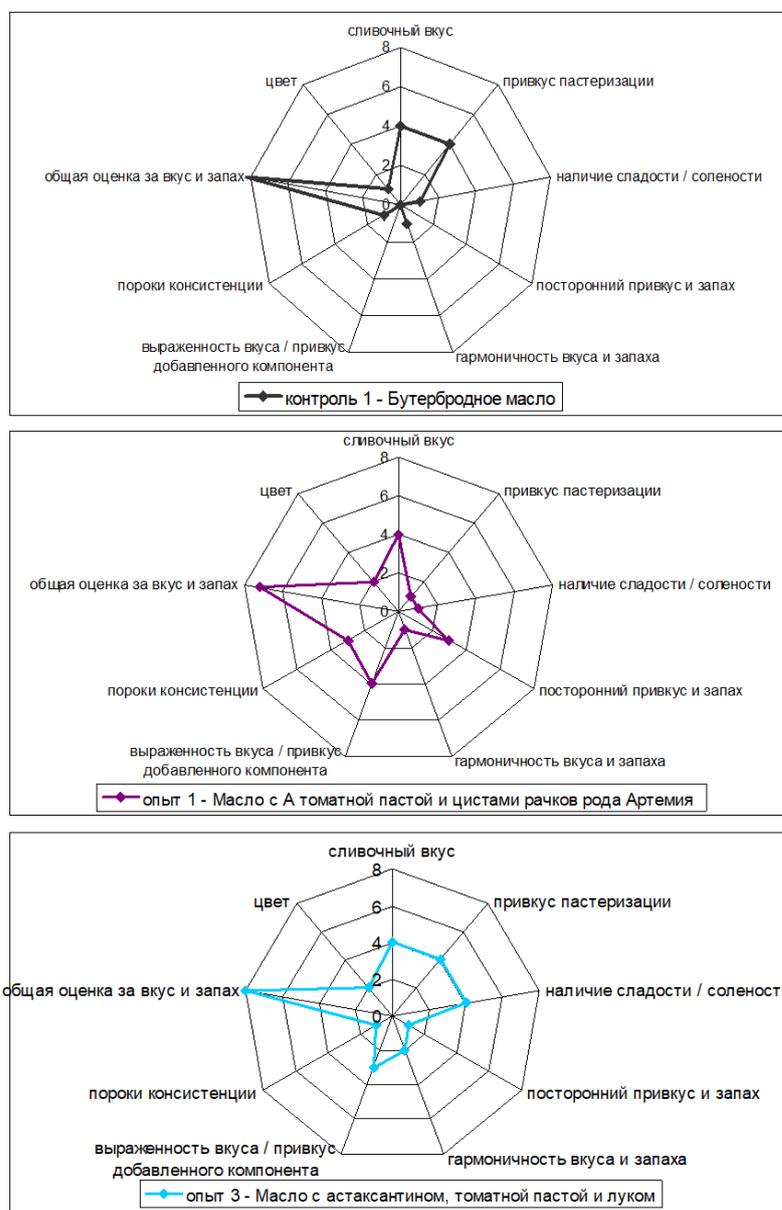
Дозировка биокомплекса «Астаксантин» во всех образцах сливочного масла была одинакова. Все образцы масла были изготовлены из

одного молочного сырья методом преобразования высокожирных сливок с внесением в их состав астаксантина, БАД и вкусовых компонентов.

**Результаты и их обсуждение**

Проведя предварительные работы по сочетаемости БАД «Астаксантин + Омега-3 + Омега-6 + йод» (биокомплекса «Астаксантин») со сливочной основой, было установлено, что вносимая пищевая добавка недостаточно гармонично сочетается со сливочной основой масла и придает готовому продукту некий специфический вкус и запах, напоминающий рыбный. С учетом вышесказанного, главной задачей настоящей работы стало улучшение органолептических свойств сливочного масла, обогащенного биокомплексом «Астаксантин».

На *рисунке 3* приведены профилограммы вкуса и запаха полученных контрольных и опытных образцов масла.



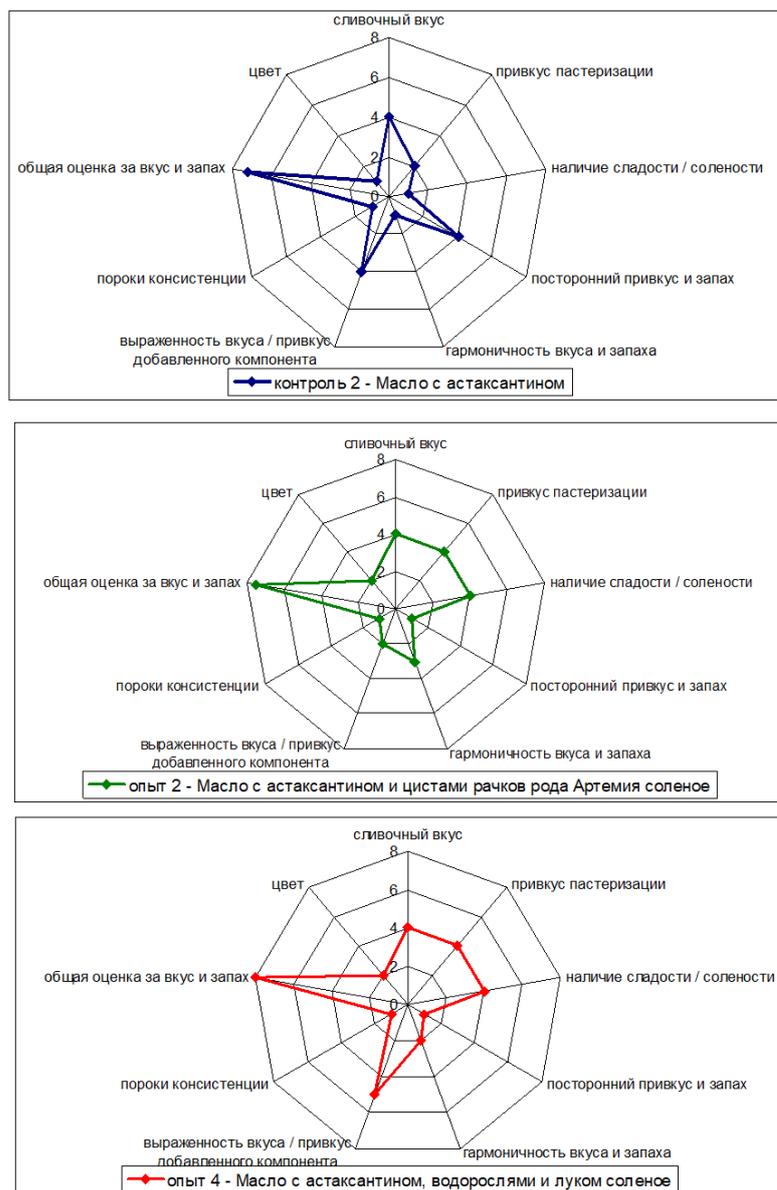


Рисунок 3 – Органолептическая оценка в формате профилограмм экспериментальных образцов сливочного масла с астаксантином и вкусовыми компонентами

Из данных органолептической оценки следует, что опытные образцы масла, в которые были добавлены биокомплекс «Астаксантин», томатная паста и вкусовые компоненты океанической природы, а также поваренная соль, выгодно отличались от контрольного образца масла с биокомплексом «Астаксантин» (№ 2) улучшая его сочетаемость со сливочной основой масла.

Учитывая литературные данные, свидетельствующие об отличных антиоксидантных свойствах астаксантина, в рамках текущего эксперимента со сливочным маслом эти свойства исследованы не были, но будут являться предметом последующих изысканий.

Оценку изменений жировой фазы масла сливочного с внесенным в

его состав биоконкомплексом «Астаксантин» и без добавок осуществляли путем сравнительной оценки ЖКС продуктов (таблица 1). Было установлено, что использование биоконкомплекса «Астаксантин» в составе сливочного масла способствует изменению состава жировой фазы масла, обогащая его непредельными жирными кислотами. Объектами исследования из всей линейки испытуемых экспериментальных образцов масла были выбраны: бутербродное без добавок (образец № 1); с биоконкомплексом «Астаксантин» (образец № 2); с биоконкомплексом «Астаксантин», томатной пастой и порошком из цист рачков рода Артемия (образец № 3). Включенные вкусовые компоненты в состав образца сливочного масла № 3 оказали наибольшее влияние на формирование вкусового букета масла, поэтому из всей линейки экспериментальных образцов для более детального исследования был выбран именно он.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав образцов масла

Условное обозначение жирной кислоты (ЖК), ее наименование	Содержание жирных кислот, % в образцах масла			Нормативное содержание ЖК, Приложение Б ГОСТ 32261-2013
	№ 1 (контроль 1)	№ 2 (контроль 2)	№ 3 (опыт 1)	
C <sub>4:0</sub> Масляная	2,70±0,38	2,34±0,22	2,31±0,21	2,4-4,2
C <sub>6:0</sub> Капроновая	2,03±0,25	1,98±0,18	1,98±0,18	1,5-3,0
C <sub>8:0</sub> Каприловая	1,31±0,11	1,30±0,09	1,19±0,08	1,0-2,0
C <sub>10:0</sub> Каприновая	3,15±0,13 <sup>a</sup>	3,14±0,11 <sup>b</sup>	2,82±0,10 <sup>ab</sup>	2,0-3,8
C <sub>10:1</sub> Деценовая	0,27±0,01 <sup>a</sup>	0,26±0,01 <sup>b</sup>	0,24±0,01 <sup>ab</sup>	0,2-0,4
C <sub>12:0</sub> Лауриновая	3,82±0,11	3,77±0,09	3,52±0,08	2,0-4,4
C <sub>14:0</sub> Миристиновая	10,91±0,27 <sup>a</sup>	10,61±0,18 <sup>b</sup>	10,32±0,17 <sup>ab</sup>	8,0-13,0
C <sub>14:1</sub> Миристолеиновая*	1,62±0,04	1,67±0,03	1,59±0,03	0,6-1,5
C <sub>16:0</sub> Пальмитиновая	29,34±0,43	28,74±0,27	28,86±0,27	21,0-33,0
C <sub>16:1</sub> Пальмитолеиновая*	2,85±0,05	2,89±0,05	2,79±0,05	1,5-2,4
C <sub>18:0</sub> Стеариновая	9,38±0,15	9,26±0,09	9,40±0,09	8,0-13,5
C <sub>18:1</sub> Олеиновая*	22,34±0,35	22,86±0,27	23,05±0,27	20,0-32,0
C <sub>18:2</sub> Линолевая*	4,97±0,18 <sup>a</sup>	5,55±0,20	5,53±0,20 <sup>a</sup>	2,2-5,5
C <sub>18:3</sub> Линоленовая*	0,75±0,03	0,75±0,03	0,78±0,03	До 1,5
C <sub>20:0</sub> Арахидиновая	0,16±0,01 <sup>a</sup>	0,17±0,01 <sup>b</sup>	0,19±0,01 <sup>ab</sup>	До 0,3
C <sub>22:0</sub> Бегеновая	0,16±0,02	0,17±0,02	0,15±0,02	До 0,1
Прочие	4,24±0,38 <sup>a</sup>	4,54±0,27 <sup>b</sup>	5,28±0,32 <sup>ab</sup>	4,0-6,5
Σ Низкомолекулярных ЖК	9,19	8,76	8,30	
Σ Насыщенных ЖК	62,96	61,48	60,74	
Σ Мононенасыщенных ЖК	27,08	27,68	27,67	
Σ Полиненасыщенных ЖК	5,72	6,30	6,31	

\* В сумме изомеров

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение».

Данные в строках без буквенных обозначений не имеют статистически значимых различий.

Данные в строках с буквенными обозначениями имеют значимые различия ( $p < 0,05$ ) с контрольными образцами.

Исходя из полученных данных таблицы 1, можно сделать вывод, что все образцы масла характеризовались содержанием жирных кислот, значения которых входят в нормируемые диапазоны согласно ГОСТ 32261-2013.

При проведении математической обработки было установлено, что полученные значения показателей метиловых эфиров жирных кислот существенно не различались по многим жирным кислотам, кроме следующих различий:

- между контрольными образцами № 1 и № 2 были выявлены значимые различия только в значениях содержания линолевой кислоты, обусловленные добавлением астаксантина;

- между опытным образцом № 3 и контрольным образцом № 1 значимые различия были отмечены в части следующих жирных кислот: каприновой, деценовой, миристиновой, линолевой, арахидиновой и общего содержания прочих жирных кислот, обусловленные добавлением использованных пищевых компонентов;

- опытный образец № 3 и контрольный образец № 2 были практически идентичны по жирнокислотному составу, значимое различие выявлено в показателе содержания каприновой кислоты.

В сравнении с контрольным образцом № 1 (без добавок) в исследованных образцах с добавками (№ 2 и № 3) наблюдалось снижение содержания суммы низкомолекулярных и насыщенных жирных кислот, повышение суммы мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот.

Соотношения метиловых эфиров и их групп в исследованных образцах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение метиловых эфиров и их групп в составе образцов масла

Соотношение метиловых эфиров и их групп	В образцах масла			Нормативное значение согласно ГОСТ 32261–2013
	№ 1 (контроль 1)	№ 2 (контроль 2)	№ 3 (опыт 1)	
Пальмитиновой (C <sub>16:0</sub> ) к лауриновой (C <sub>12:0</sub> )	7,7	7,6	8,2	5,0–14,5
Стеариновой (C <sub>18:0</sub> ) к лауриновой (C <sub>12:0</sub> )	2,5	2,5	2,7	1,7–5,9

Олеиновой* (C <sub>18:1</sub> ) к миристиновой (C <sub>14:0</sub> )	2,0	2,2	2,2	1,5–3,6
Линолевой* (C <sub>18:2</sub> ) к миристиновой (C <sub>14:0</sub> )	0,5	0,5	0,5	0,1–0,5
Суммы олеиновой* и линолевой* к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,5	0,5	0,5	0,4–0,7

Анализ данных таблицы 2 позволяет сделать вывод о том, что соотношения сумм метиловых эфиров жирных кислот в исследованных образцах находятся в пределах диапазонов, нормируемых в ГОСТ 32261-2013.

Различия в содержании жирных кислот исследованных образцов масла сливочного свидетельствуют о том, что использование биокомплекса «Астаксантин» и вкусовых компонентов океанического происхождения выгодно корректируют состав жировой фазы масла, не влияя на оценку подлинности сливочного масла.

### **Заключение**

Анализ литературных источников показал, что обогащение традиционных продуктов питания антиоксидантами является актуальным вопросом, который в достаточной степени изучается как учеными нашей страны, так и за рубежом.

Используемая в данной работе биологически активная добавка к пище «Астаксантин + Омега-3 + Омега-6 + йод» в количестве от 750 до 1000 г на 1000 кг готового сливочного масла недостаточно гармонично сочетается с молочной основой и сообщает готовому продукту специфический вкус и запах, напоминающий рыбный. Результатами проведенной работы доказано, что пищевкусовые компоненты, такие как томатная паста, лук-шнитт, морские водоросли, соль и добавка к пище, состоящая из порошка яиц рачка рода Артемия, способны нивелировать вкусовые недостатки вносимого биокомплекса «Астаксантин» и выгодно улучшить пищевой статус масла сливочного, обогащенного астаксантином.

Установлено, что образцы масла, обогащенного астаксантином, а также с использованием вкусовых компонентов океанического происхождения, характеризуются содержанием жирных кислот, значения которых находятся в пределах диапазонов, нормируемых ГОСТ 32261-2013. Применяемые добавки не оказывают негативного влияния на оценку подлинности сливочного масла и позволяют повысить содержанием моно- и полиненасыщенных жирных кислот в жировой фазе продукта.

**Литература:**

1. Дунаев, А.В. Применение дигидрокверцетина в производстве плавящихся сыров / А.В. Дунаев // Молочная промышленность. – 2010. – № 4. – С. 66–67.
2. Капели, Б. Природный астаксантин: король каротиноидов / Б. Капели, Джералд Р. Цисевски, пер. с англ. М. Ворсановой. – М.: НПО «Источник долголетия», 2008. – 160 с.
3. Самойлова, М.В. Влияние астаксантина как сильнейшего антиоксиданта на организм человека / М.В. Самойлова // The journal of scientific articles «Health & education millennium». – 2015. – V. 17. – Pp. 102–107.
4. Юферова, А.А. Применение природных антиоксидантов в технологии молочных продуктов / А.А. Юферова, М.Л. Сударева, Я.В. Дубняк // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 2. – С. 98–101.
5. Радаева, И.А. Биофлавоноиды в молочной промышленности / И.А. Радаева // Молочная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 68–71.
6. Зорина, Н.В. Применение дигидрокверцетина в пищевой промышленности / Н.В. Зорина // Приоритетные научные направления от теории к практике. – 2013. – № 8. – С. 162–165.
7. Дунаев, А.В. Дигидрокверцетин и арабиногалактин – натуральные пищевые добавки в продуктах сыроделия и маслоделия / А.В. Дунаев, Н.В. Иванова, О.И. Смирнова // Научные подходы к решению актуальных вопросов в области переработки молока: сборник научных трудов к 75-летию со дня основания ВНИИМС. – Углич, 2019. – С. 274–277.
8. Дунаев, А.В., Иванова Н.В., Смирнова О.И. Дигидрокверцетин – натуральная пищевая добавка в продуктах сыроделия и маслоделия / А.В. Дунаев, Н.В. Иванова, О.И. Смирнова // Переработка молока. – 2020. – № 5. – С. 30–33.
9. Куприна, А.О. Масло сливочное с антиоксидантным комплексом «Aloe vera» и береста «Полезный завтрак» / О.А. Куприна, А.В. Мамаев, А.П. Симоненкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 5. – С. 49–55.
10. Соловьева, А.О. Обоснование технологических режимов производства масла сливочного с комплексом природных антиоксидантов / А.О. Соловьева, А.П. Симоненкова, А.В. Мамаев // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 3. – С. 24–29.
11. Соловьева, А.О. Разработка технологии и оценка потребительских свойств масла сливочного с антиоксидантными свойствами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / А.О. Соловьева. – Орел, 2016. – 22 с.

12. Федотова, О.Б. Разработка инновационной тары для мясной, молочной и пищевой продукции, модифицированной природными антимикробными и антиоксидантными компонентами / О.Б. Федотова, Д.М. Мяленко // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова – 2016. – № 1. – С. 321–322.

13. Максимюк, В.А. Исследование возможности обогащения молочных продуктов питания экстрактом коры березы / В.А. Максимюк, Е.И. Решетник // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы V Международной научной конференции / ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». – 2017. – С. 526–527.

14. Юферова, А.А. Применение природных антиоксидантов в технологии молочных продуктов / А.А. Юферова, М.А. Сударева, Я.В. Дубняк / Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 2. – С. 98–107.

15. Нилова, Л.П. Растительные ингредиенты в стабилизации окислительных процессов сливочного масла при хранении / Л.П. Нилова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2019. – № 4 (42). – С. 117–123.

16. Наумова, Н.Л. Антиоксидантные свойства пищевой добавки Novasol Rosemary на примере сливочного масла / Н.Л. Наумова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 152–156.

17. Nadeem M., Abdullah M., Hussain I., Inayat S., Javid A., Zahoor Y. Antioxidant potential of Moringa oleifera leaf extract for the stabilisation of butter at refrigeration temperature. Czech J. Food Sci., 2013, vol. 31, no. 4, pp. 332-339. (In English)

18. Антиоксиданты. – URL: [https://www.ayzdorov.ru/ttermini\\_antioksidanti.php](https://www.ayzdorov.ru/ttermini_antioksidanti.php) (дата обращения 24.06.2024).

19. Самойлова, М.В. Актуальность применения природного астаксантина в профилактике и лечении воспалительных заболеваний пародонта / М.В. Самойлова, Т.Ф. Косырева, // Международный научный журнал. – 2015. – №7 (38). – С. 51–54.

20. Астаксантин: суперсолдат в битве против окислительного стресса. – URL: <https://www.cmjournal.ru/blogs/mezhdunarodnye-publikatsii-i-novosti/astaksantin-supersoldat-v-bitve-protiv-okislitel'nogo-stressa> (дата обращения 24.06.2024).

21. Barredo, J. Biosynthesis of Astaxanthin as a Main Carotenoid in the Heterobasidiomycetous Yeast *Xanthophyllomyces dendrorhous* (англ.) / Jose Barredo, Carlos García-Estrada, Katarina Kosalkova, Carlos Barreiro // Journal of Fungi. - 2017. - Vol.3, iss.3. - P. 44. ISSN 2309-608 X.

doi:10.3390/jof3030044.

22. Opinion of the Scientific Panel on additives and products or substances used in animal feed (FEEDAP) on the safety of use of colouring agents in animal nutrition – Part I. General Principles and Astaxanthin (англ.) // EFSA Journal. - 2005. - Vol. 3, iss. 12. - P. 291. ISSN 1831-4732. doi:10.2903/j.efsa.2005.291.

23. Krause W., Henrich K., Paust J. Preparation of Astaxanthin. Patent, no. DE 19509955. 1995, no. 9.

24. Ambati R., Phang S.-M., Ravi S., Aswathanarayana R. Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications - A Review. *Marine Drugs*, 2014, vol. 12, iss. 1, pp. 128–152. DOI:10.3390/md12010128. (In English)

25. Bhosale P., Serban B., Zhao D.Y, Bernstein P. S. Identification and Metabolic Transformations of Carotenoids in Ocular Tissues of the Japanese Quail *Coturnix japonica*. *Biochemistry*, 2007, vol. 46, iss. 31, pp. 9050–9057. ISSN 1520-4995 0006-2960, 1520-4995. DOI:10.1021/bi700558f. (In English) – Text electronic

26. Yamashita E. Cosmetic benefit of dietary supplements including astaxanthin and tocotrienol on human skin. *Food Style*, 2002, no. 21, pp. 6. (In English) – Text direct

27. Король каротиноидов астаксантин, в каких продуктах содержится и зачем нужен. – URL: <https://www.gastronom.ru/text/astaksantin-superpolezny-antioxidant-1013467> (дата обращения 24.06.2024).

### References:

1. Dunaev A.V. The use of dihydroquercetin in the manufacture of processed cheeses. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2010, no.4, pp. 66-67. (In Russian) – Text direct

2. Capelli B., Cysewski G. R. Astaxanthin. Natural Astaxanthin: King of Carotenoids. 3rd ed. Branson, Cyanotech Corporation Publ., 2007.188p (Russ.ed. Vorsanova M. *Prirodnyy astaksantin: korol' karotinoïdov*. Moscow, NPO Istochnik dolgoletiya Publ., 2008.160p. – Text direct

3. Samoylova M.V. The effect of astaxanthin as the strongest antioxidant on the human body. *The Journal of Scientific Articles Health and Education millennium*, 2015, v. 17, pp. 102-107. (In Russian) – Text direct

4. Yuferova A.A., Sudareva M.L., Dubnyak Ya.V. The use of natural antioxidants in dairy technology. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the Food and Processing Industry in the Agroindustrial Complex – Healthy Food Products], 2021, no. 2, pp. 98-101. (In Russian) – Text direct

5. Radaeva I.A. Bioflavonoids in the dairy industry. *Molochnaya*

*promyshlennost'* [Dairy Industry], 2008, no. 3, pp. 68-71. (In Russian) – Text direct

6. Zorina N.V. The use of dihydroquercetin in the food industry. *Prioritetnye nauchnye napravleniya ot teorii k praktike* [Priority Scientific Trends from Theory to Practice], 2013, no. 8, pp. 162-165. (In Russian) – Text direct

7. Dunaev A.V., Ivanova N.V., Smirnova O.I. Dihydroquercetin and arabinogalactin - natural food additives in cheese and butter products. *Sbornik nauchnykh trudov k 75-letiyu so dnya osnovaniya VNIIMS «Nauchnye podkhody k resheniyu aktual'nykh voprosov v oblasti pererabotki moloka»* [Proc. dedicated to the 75th Anniversary of the Foundation of All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making «Scientific Approaches to Solving Topical Issues in Milk Processing»], Uglich, September 5, 2019, pp. 274-277. (In Russian) – Text direct

8. Dunaev, A.V., Ivanova N.V., Smirnova O.I. Dihydroquercetin as a natural food additive in cheese and butter products. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2020, no. 5, pp. 30-33. (In Russian) – Text direct

9. Kuprina A.O., Mamaev A.V., Simonenkova A.P. Butter with antioxidant complex «Aloe vera» and birch bark «*Poleznyy zavtrak*» (Healthy Breakfast). *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Commodity Science of Innovative Food Products], 2013, no. 5, pp. 49-55. (In Russian) – Text direct

10. Solov'eva A.O., Simonenkova A.P., Mamaev A.V., Justification for technological modes of butter production with a natural antioxidant complex. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Commodity Science of Innovative Food Products], 2017, no. 3, pp. 24-29. (In Russian) – Text direct

11. Solov'eva A.O. *Razrabotka tekhnologii i otsenka potrebitel'skikh svoystv masla slivochnogo s antioksidantnymi svoystvami. Avtoref. Kand. Diss.* [Technology development and evaluation of consumer properties of butter with antioxidant properties. Abstract of Cand. Diss.]. Orel, 2016. 22 p. – Text direct

12. Fedotova O.B., Myalenko D.M. Development of innovative containers for meat, dairy and food products modified with natural antimicrobial and antioxidant components. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova* [International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory of Vasiliy Matveevich Gorbato]. 2016, no. 1, pp. 321-322. (In Russian) – Text direct

13. Maksimyuk V.A., Reshetnik E.I. Study into feasibility of enriching dairy food products with birch bark extract. *Materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Pishchevye innovatsii i biotekhnologii»* [Proc. of 5<sup>th</sup>

Int. Scientific Conf. «Food Innovations and Biotechnologies»]. Kemerovo, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 2017, pp. 526-527. (In Russian) – Text direct

14. Yuferova A.A., Sudareva M.A., Dubnyak Ya.V. Application of natural antioxidants in dairy technology. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the Food and Processing Industry in the Agroindustrial Complex – Healthy Food Products], 2021, no. 2, pp. 98-107. (In Russian) – Text direct

15. Nilova L.P. Vegetable ingredients for stabilizing oxidative processes of butter during storage. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Scientific Journal of the National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics University. Series: Processes and Machinery of Food Production], 2019, no. 4 (42), pp. 117-123. (In Russian) – Text direct

16. Naumova N.L. Antioxidant properties of Novasol Rosemary food additive on the example of butter. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2015, no. 3 (125), pp. 152-156. (In Russian) – Text direct

17. Nadeem M., Abdullah M., Hussain I., Inayat S., Javid A., Zahoor Y. Antioxidant potential of Moringa oleifera leaf extract for the stabilisation of butter at refrigeration temperature. *Czech J. Food Sci.*, 2013, vol.31, no. 4, pp. 332-339. (In English) – Text direct

18. *Antioksidanty* [Antioxidants]. Available at: [https://www.ayzdorov.ru/ttermini\\_antioksidanti.php](https://www.ayzdorov.ru/ttermini_antioksidanti.php) (accessed 24 June 2024). – Text electronic

19. Samoylova M.V., Kosyreva T.F. Relevance of the using natural astaxanthin in prevention and treatment of inflammatory periodontal diseases. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [International Scientific Journal], 2015, no.7 (38), pp. 51-54. (In Russian) – Text direct

20. *Astaksantin: supersoldat v bitve protiv okislitel'nogo stressa* [Astaxanthin: a super soldier in the battle against oxidative stress]. Available at: <https://www.cmjournal.ru/blogs/mezhdunarodnye-publikatsii-i-novosti/astaksantin-supersoldat-v-bitve-protiv-okislitelnogo-stressa/> (accessed 24 June 2024). – Text electronic

21. Barredo J., García-Estrada C., Kosalkova K., Barreiro C. Biosynthesis of Astaxanthin as a Main Carotenoid in the Heterobasidiomycetous Yeast *Xanthophyllomyces dendrorhous*. *Journal of Fungi*, 2017, vol.3, iss.3, pp. 44. ISSN 2309-608 X. DOI:10.3390/jof3030044. (In English) – Text electronic

22. Opinion of the Scientific Panel on additives and products or substances used in animal feed (FEEDAP) on the safety of use of colouring

agents in animal nutrition. Part I. General Principles and Astaxanthin. EFSA Journal, 2005, vol. 3, iss. 12, pp. 291. ISSN 1831-4732. DOI:10.2903/j.efsa.2005.291. (In English) – Text electronic

23. Krause W., Henrich K., Paust J. Preparation of Astaxanthin. Patent, no. DE 19509955. 1995, no. 9. – Text electronic

24. Ambati R., Phang S.-M., Ravi S., Aswathanarayana R. Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications - A Review. Marine Drugs, 2014, vol. 12, iss. 1, pp. 128–152. ISSN 1660-3397. DOI:10.3390/md12010128. (In English) – Text electronic

25. Bhosale P., Serban B., Zhao D.Y, Bernstein P. S. Identification and Metabolic Transformations of Carotenoids in Ocular Tissues of the Japanese Quail *Coturnix japonica*. Biochemistry, 2007, vol. 46, iss. 31, pp. 9050–9057. ISSN 1520-4995 0006-2960, 1520-4995. DOI:10.1021/bi700558f. (In English) – Text electronic

26. Yamashita E. Cosmetic benefit of dietary supplements including astaxanthin and tocotrienol on human skin. Food Style, 2002, no. 21, pp. 6. (In English) – Text direct

27. *Korol' karotinoïdov astaksantin, v kakikh produktakh sodержitsya i zachem nuzhen* [The king of carotenoids, astaxanthin, in which products it is contained and why it is needed]. Available at: <https://www.gastronom.ru/text/astaksantin-superpolezny-antioxidant-1013467>. (Accessed 24 June 2024) – Text electronic

## The use of antioxidants in butter products. Astaxanthin

Pavlova Tat'yana Aleksandrovna, Candidate of Science (Engineering),  
Researcher, Department of Butter Manufacture

e-mail:t.pavlova@fncps.ru

All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making  
– branch of the Federal Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov,  
Uglich

Nikitina Yuliya Vladimirovna, Junior Researcher in Standardization and  
Metrology Research Field

e-mail:yu.nikitina@fncps.ru

All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making  
– branch of the Federal Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov,  
Uglich

Danilova Ekaterina Sergeevna, researcher, Department of Butter Manu-  
facture

e-mail:e.danilova@fncps.ru

All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making  
– branch of the Federal Center of Food Systems named after V.M. Gorbatov,  
Uglich

**Keywords:** antioxidants, astaxanthin, betulin, dihydroquercetin, butter,  
butter with flavoring components.

**Abstract.** The work analyzes the use of astaxanthin and other antioxidants in human nutrition. The aim of the work is to study the individual properties of butter enriched with astaxanthin and to harmonize its flavor development and quality by using additives with snackfood, delicatessen and functional purposes. The study objects are butter samples with astaxanthin and food additives of vegetable and oceanic origin, in particular, the Artemia Gold additive containing cysts of crustaceans of the Artemia genus. Methods: Analysis of literature publications in the field of using antioxidants, in particular astaxanthin; organoleptic evaluation of butter with astaxanthin and food additives; analysis of the fatty acid composition of the fatty phase of the research objects using the gas chromatography method. The organoleptic parameters of the butter samples have been evaluated by an expert group of certified tasters working in the All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making. The study results have revealed the positive effect of the applied additives of the intended purpose (astaxanthin, Artemia Gold additives) on the organoleptic parameters of the butter and have given the evaluation of the applied additive effect on the fatty acid composition of the finished product.

## Разработка молочного продукта с ягодным компонентом

Щетинин Михаил Павлович, доктор технических наук, профессор, вице-президент

e-mail: m\_p\_sh1953@mail.ru

Некоммерческое образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Международная промышленная академия», г. Москва, Россия

Тармаева Инна Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, ученый секретарь

e-mail: tarmaeva@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Щетинина Елена Михайловна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: schetinina2014@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

**Ключевые слова:** молочная промышленность, специализированный молочный продукт, здоровьесбережение, йогурт, голубика, морошка, поликомпонентный продукт.

**Аннотация.** Большая часть традиционных продуктов не соответствует положениям «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации», так как в их составе отсутствуют некоторые компоненты, необходимые для обеспечения организма белками, жирами, углеводами, микроэлементами и другими веществами в достаточном количестве и оптимальном соотношении. Следует отметить, что среда обитания современного человека за последние десятилетия существенно изменилась, и это в свою очередь привело к снижению его энергозатрат. При этом совершенно логичным следствием сложившейся ситуации

является снижение потребления пищи и появление в человеческом организме дефицита незаменимых микронутриентов. Таким образом, на первый план выдвигается задача создания продуктов здорового питания, обогащенных незаменимыми компонентами, повышающими пищевую и биологическую ценность пищи. Целью работы является создание поликомпонентного кисломолочного продукта с использованием отечественного ягодного сырья. Ассортимент отечественных специализированных продуктов питания ограничен, нуждается в значительном расширении и должен формироваться для каждой группы населения отдельно. Перспективным направлением разработки таких продуктов питания является использование при их производстве сырьевых компонентов, отвечающих требованиям науки о здоровом питании. К ним, безусловно, можно отнести молоко различных сельскохозяйственных животных, злаковые и плодово-ягодное сырье. Одним из наиболее распространенных и пользующийся устойчивым потребительским спросом молочных продуктов являются йогурты, обладающие всеми положительными качествами, присущими кисломолочной продукции. В качестве компонентов могут использоваться различные ягоды, в больших количествах произрастающие на территории Российской Федерации. Среди них особо следует выделить морошку и голубику. В статье приведены исследования физико-химических показателей ягод морошки и голубики, описана технология приготовления ягодного компонента на их основе. Подобрана рациональная комбинация для его приготовления. Приведены результаты разработки технологии производства йогурта с ягодным компонентом, изучены его органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

### **Введение**

На основе положений «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации» [1, 2, 3] в течении ряда лет реализуется комплекс мероприятий, направленных на системное улучшение структуры питания населения страны за счет увеличения в ней доли продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью, в том числе продуктов, обогащенных витаминами и минеральными веществами, на 20–30 %. При этом показатели качества таких продуктов должны соответствовать рекомендациям международных организаций и разработанным на их основе государственным стандартам, а также техническим регламентам Таможенного союза.

Большая часть традиционных продуктов не отвечает вышеназванным требованиям, так как в их составе отсутствуют некоторые компоненты,

необходимые для обеспечения организма белками, жирами, углеводами, микроэлементами и другими веществами в достаточном количестве и оптимальном соотношении [4, 6, 8]. Следует отметить, что среда обитания современного человека за последние десятилетия существенно изменилась и это, в свою очередь, привело к снижению его энергозатрат. При этом совершенно логичным следствием сложившейся ситуации является снижение потребления пищи и появление в человеческом организме дефицита незаменимых микронутриентов [9].

Таким образом, на первый план выдвигается задача создания продуктов здорового питания, обогащенных незаменимыми компонентами, повышающими пищевую и биологическую ценность пищи.

Современной медицинской наукой принята концепция оптимального питания, которая позволила, оттолкнувшись от концепции адекватного питания, завершить переход от нормирования и регламентации макроэлементов (источники жира, энергии, пластические материалы) к более широкому спектру эссенциальных, т.е. необходимых для жизнедеятельности организма пищевых веществ и других компонентов, на которые раньше не обращали внимание. Питание можно считать адекватным, если оно гарантирует потребление необходимого количества питательных веществ в необходимых пропорциях.

Развитие концепции оптимального питания позволило сформировать новое направление в науке о питании – концепцию здорового питания, которая включает в себя разработку теоретических основ, производства, реализации и потребления продуктов здорового питания. Рынок таких продуктов постоянно развивается. Это связано в первую очередь с тем, что данные продукты позволяют в наиболее доступной форме вносить в организм человека необходимые ему микронутриенты [4].

Государственные стандарты Российской Федерации определяют специализированный пищевой продукт как продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами населения, обладающий научно-обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [10].

Нормативными документами установлена градация специализированной пищевой продукции, предназначенной для отдельных групп населения: пищевая продукция диетического лечебного питания, пищевая продукция диетического профилактического питания, пищевая продукция для питания спортсменов, пищевая продукция

для питания беременных и кормящих женщин, пищевая продукция энтерального питания, пищевая продукция диабетического питания, антирефлюксные смеси, смеси для питания недоношенных и (или) маловесных детей, пищевая продукция без (или с низким содержанием) отдельных аминокислот [6].

Потребительские свойства специализированных пищевых продуктов в отличие от традиционных, должны обеспечивать не только пищевую ценность, вкусовые свойства, но и физиологическое воздействие на организм человека.

Ассортимент отечественных специализированных продуктов питания ограничен, нуждается в значительном расширении и должен формироваться для каждой группы населения отдельно [5].

Перспективным направлением разработки таких продуктов питания является использование при их производстве сырьевых компонентов, отвечающих требованиям науки о здоровом питании [4, 8, 9]. К ним, безусловно, можно отнести молоко различных сельскохозяйственных животных [14], злаковые и плодово-ягодное сырье.

Одним из наиболее распространенных и пользующихся устойчивым потребительским спросом молочных продуктов являются йогурты, обладающие всеми положительными качествами, присущими кисломолочной продукции. В качестве функциональных компонентов могут использоваться различные ягоды, в больших количествах произрастающие на территории Российской Федерации. Среди них особо следует выделить морошку и голубику.

Морошка – сочная ягода с приятным вкусом и ароматом. От других северных ягод ее выгодно отличает отсутствие выраженной горечи [11, 12]. Голубика – ягода глубокого голубого цвета с выраженным вкусом и ароматом [13]. Физико-химический, витаминный и минеральный состав ягод представлен в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Физико-химический, витаминный и минеральный состав ягод

№	Показатель	Голубика	Морошка	Физиологическая потребность, мг/сут . Согласно МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»
1	Вода, %	87,7	83,3	
2	Белок, %	1,0	0,8	
3	Жир, %	0,5	0,9	
4	Углеводы, %	6,6	7,4	
<b>Минеральные вещества:</b>				
5	Na, мг%	6,0	1,0	2
6	K, мг%	51,0	180,0	3500
7	Ca, мг%	16,0	15,0	1000
8	Mg, мг%	7,0	29,0	420
9	P, мг%	8,0	28,0	700
10	Fe, мг%	0,8	0,7	14
<b>Витамины:</b>				
11	B1, мг%	0,01	0,06	1,5
12	B2, мг%	0,02	0,07	1,8
13	PP, мг%	0,3	0,3	14
14	C, мг%	20,0	29,0	100

Наличие в ягодах пектина может благоприятно воздействовать на желудочно-кишечный тракт человека, ускорить процесс метаболизма, а также с точки зрения технологического процесса получить более плотную консистенцию сгустка.

**Целью работы** является создание поликомпонентного кисломолочного продукта с использованием отечественного ягодного сырья.

**Методика и методы исследования**

При проведении исследований использовались:

– закваска, в состав которой входили живые термофильные лактобактерии *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*. Концентрация не менее 10<sup>9</sup> КОЕ/г, не содержит аллергенных компонентов, глютена, ГМО/ГММ;

– молоко пастеризованное с массовой долей жира 3,2%, массовая доля белка 3,1%, массовая доля сухих веществ 11,2%, титруемая кислотность 17°Т. Сырье имело следующие характеристики: непрозрачная белая жидкость, однородная нетягучая, слегка вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира, без посторонних привкусов и запахов, с легким привкусом кипячения;

– замороженные ягоды морошки и голубики.

В качестве формы внесения ягодного компонента в йогурт был выбран джем, что позволило провести предварительную тепловую обработку растительного сырья и обеспечить получение однородной консистенции готового продукта.

Для выбора наилучшего образца ягодного компонента было

изготовлено несколько джемов с различной концентрацией голубики и морошки, 75 и 25%, 50 и 50%, 25 и 75% соответственно. Рецептуры ягодных компонентов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептура ягодных джемов

Наименование компонента	Комбинации джема		
	75/25%	50/50%	25/75%
Голубика, г	63,7	42,5	21,3
Морошка, г	21,3	42,5	63,7
Сахар, г	14	14	15
Яблочный пектин, г	1	1	1
Всего, г	100	100	100

Для приготовления джема ягоды предварительно разморозили и измельчили, протерли через сито, для удаления семян и кожицы. В полученные смеси внесли сахар и пектин, постепенно нагрели до  $90 \pm 2$  °С, постоянно помешивая, и охладили. Затем оценили качественные показатели ягодных компонентов в соответствии с ГОСТ 31712-2012 «Джемы. Общие технические условия».

Органолептические показатели готовых ягодных компонентов, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели ягодных джемов с различной концентрацией ягод

Наименование показателя	Комбинации джема		
	75/25%	50/50%	25/75%
Внешний вид	Однородная масса средней густоты без комочков		
Цвет	Темно-красный	Светло-красный	Желто-розовый
Запах и вкус	Сладкий, во вкусе преобладает голубика.	Кисло-сладкий, приятный, свойственный ягодам	Кислый, с легкой сладостью на послевкусии

### Результаты исследований

По результатам оценки органолептических показателей выработанных образцов ягодных компонентов для дальнейших исследований был выбран образец с концентрацией ягод 50/50%.

Была проведена предварительная оценка активности закваски, которая полностью подтвердила ее соответствие рекомендациям производителя, то есть внесение 1,5 грамма заквасочной культуры на 1 литр молока для получения качественного продукта.

Согласно ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия» массовая доля белка в готовом продукте с компонентами должна составлять не менее 2,8%. Исходя из заданных параметров мы предварительно нормализовали молоко сливками до необходимой

жирности. Далее пастеризовали полученную смесь при температуре  $85 \pm 2$  °С с выдержкой 10 минут. Затем пастеризованное нормализованное молоко охладили до температуры внесения закваски  $34 \pm 2$  °С, внесли последнюю в соответствии с рекомендациями производителя на один литр молока 1,5 грамма заквасочной культуры. Полученную смесь разлили в четыре емкости с предварительно внесенным ягодным компонентом в количестве 1, 3 и 5% соответственно и контрольный образец без ягодной составляющей, тщательно перемешали, поместили в термостат на 8 часов.

Во время термостатирования температура в камере поддерживалась на уровне  $34 \pm 2$  °С. После сквашивания готовый продукт охладили до температуры  $4 \pm 2$  °С. Оценили его качественные показатели. Органолептические показатели полученных продуктов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Органолептические показатели йогуртов с разной дозировкой ягодного компонента

Наименование показателя	Контроль	Образец 1 1%	Образец 2 3%	Образец 3 5%
Внешний вид и консистенция	Однородная масса, с ненарушенным сгустком, в меру вязкая	Однородная масса, с ненарушенным сгустком, вязкая, с включениями нерастворимых частиц внесенного компонента	Однородная масса, в меру вязкая, с ненарушенным сгустком, с включением нерастворимых частиц, на поверхности выступает небольшое количество сыворотки	Однородная масса, с ненарушенным сгустком, плотная, не вязкая, на поверхности большое количество сыворотки
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, кисломолочный, ягодный компонент слабо выражен	Чистый, кисломолочный, в меру сладкий, с соответствующим вкусом ягодного джема	Сладкий, кисломолочный с ярко выраженным ягодным вкусом и запахом
Цвет	Молочно-белый	Бледно-розовый с фиолетовыми включениями	Розовый с фиолетовыми включениями	Красный с включениями

Дегустационной комиссией, была проведена органолептическая оценка йогурта в баллах по основным показателям качества: вкус и запах – 10 баллов, внешний вид и консистенция – 5 баллов, цвет – 3 балла, упаковка и маркировка – 2 балла. Описание органолептических характеристик йогурта и средняя балльная оценка представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Дегустационная оценка йогуртов с ягодным компонентом, балл

Наименование показателя	Контроль	Образец 1 1%	Образец 2 3%	Образец 3 5%
Внешний вид и консистенция	4,7	3,6	4,9	4,3
Вкус и запах	8,2	8,9	9,6	9
Цвет	3	3	3	3
Общий балл	16,4	16,5	17,2	16,4

Было отмечено, что наилучшим вкусом и запахом обладал образец № 2, с внесением ягодного компонента 3%, в сравнении с контрольным. Образец № 1 обладал слишком вязкой консистенцией и невыраженным цветом, вкусом и запахом. Образец был № 3 слишком плотным, на поверхности выступила сыворотка, хоть сгусток и не был нарушен, однако получил такой же балл, как и контрольный образец.

Физико-химические показатели выработанных продуктов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Физико-химические показатели йогуртов с ягодным компонентом

Наименование показателя	Контроль	Образец 1 1%	Образец 2 3%	Образец 3 5%
Массовая доля жира, %	6±0,1	6,1 ±0,1	6,3±0,1	6,5 ±0,1
Массовая доля белка, %	2,8±0,1	3,1±0,1	3,2±0,1	3,4±0,1
Массовая доля сухих веществ (СОМО), %	8,5±0,1	9,3±0,1	9,5±0,1	10±0,1
Кислотность, °Т	112	121	134	145

Согласно ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия» допустимым показателем кислотности является от 75 до 140 градусов Тернера. Кислотность образца № 3 превышает установленный норматив на 5 градусов Тернера. Остальные образцы по всем параметрам соответствовали требованиям указанного выше нормативного документа.

Качественная оценка показала, что наилучшие результаты продемонстрировал образец № 2 с содержанием ягодного компонента 3%. Поэтому дальнейшие микробиологические исследования проводились именно с этим образцом. Их результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Микробиологические показатели йогурта с йогуртов с ягодным компонентом

Образец	БГКП (колиформы)	патогенные, в том числе сальмонеллы	стафилококки S.aureus	Дрожжи, плесни, КОЕ/см <sup>3</sup> (г)
Контр.	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Образец № 3	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Из данных таблицы следует, что изучаемые образцы соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

**Выводы**

Авторами разработан поликомпонентный кисломолочный продукт, содержащий ягодный компонент в виде джема, приготовленного из ягод голубики и морошки в соотношении 50/50% соответственно. Молочный продукт выработан по технологии классического термостатного йогурта и содержит 3% ягодного компонента. По своим физико-химическим и микробиологическим показателям он соответствует требованиям нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации. Его производство может быть полностью обеспечено сырьевыми ресурсами, производимыми на ее территории.

**Литература:**

1. Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации №1873-р от 25 ноября 2010 г.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года.
3. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года №1364-р.
4. Тутельян, В.А. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93. – № 1 (551). – С. 6–21.
5. Новокшанова, А.Л. Состояние развития производства специализированных молочных продуктов в России / А.Л. Новокшанова // Молочная промышленность. – 2024. – № 4. – С. 33–38.
6. Лисицын, А.Б. Современные тенденции развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом / А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха, О.И. Лунина // Теория и практика переработки

мяса. – 2018. – Т.3 – № 1. – С. 29–45.

7. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. – М.: Дели плюс, 2012. – 284 с.

8. Разработка специализированных молочных продуктов в комплексном лечении ожирения и белково-энергетической недостаточности / Е.С. Симоненко, С.В. Симоненко, Е.С. Семенова [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2023. – Т. 16. – № 2 (60). – С. 43–48.

9. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / под ред. В. А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. – 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 1008 с.

10. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза 021/2011. Утв. решением Комиссии Таможенного союза № 880 от 9 декабря 2011 г.

11. Кайгородцева, М.С. Морошка как источник биологически активных веществ для разработки функциональных пищевых продуктов / М.С. Кайгородцева, Л.П. Нилова // Вопросы питания. 2016. – Т. 85. – № S2. – С. 191.

12. Малавенда, А.С. Морфологические особенности морошки в условиях крайнего севера / А.С. Малавенда // Юный ученый. 2023. – № 4 (67). – С. 124–130.

13. Влияние сублимационной сушки на органолептические свойства и химический состав ягод голубики / С.Г. Каманова, И.Ж. Темирова, А.Б. Альдиева, Г.Х. Оспанкулова // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2023. – Т. 16. – № 3 (61). – С. 36–41.

14. Никитюк Д.Б. Обоснование выбора сырья для разработки и производства специализированных продуктов для употребления при метаболическом синдроме / Д.Б. Никитюк, Е.М. Щетинина, И.Ю. Тармаева // Ползуновский вестник. – 2024. – № 3. – С. 90–94. DOI: 10.25712/ASTU.2072- 8921.2024.03.013

### References:

1. Order of the Government of the Russian Federation «On the Fundamentals of State Policy in the Field of Healthy Nutrition of the Population of the Russian Federation until 2020», no. 1873-r, dated from November 25, 2010

2. Doctrine of Food Security of the Russian Federation, approved by the Decree of the President of the Russian Federation, dated from January 21, 2020

3. Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030, approved by the Order of the Government of the Russian Federation, dated from June 29, 2016, no. 1364-r

4. Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B. Key problems in the food consumption pattern and breakthrough technologies for optimizing nutrition for the health of the population in Russia. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2024, vol. 93, no. 1 (551), pp. 6-21. (In Russian) – Text direct

5. Novokshanova A. L. The state of development of specialized dairy product manufacture in Russia. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2024, no. 4, pp. 33-38. (In Russian) – Text direct

6. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Modern trends in the development of functional food industry in Russia and abroad. *Teoriya i praktika pererabotki myasa* [Theory and Practice of Meat Processing], 2018, vol. 3, no. 1, pp. 29-45. (In Russian) – Text direct

7. *Khimicheskiiy sostav i kaloriynost' rossiyskikh produktov pitaniya: Spravochnik*. [Chemical Composition and Caloric Content of Russian Food Products: Handbook]. Moscow, DeLi Plus Publ., 2012. 284 p. – Text direct

8. Simonenko E.S., Simonenko S.V., Semenova E. S. Development of specialized dairy products in the complex treatment of obesity and protein-energy malnutrition. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii* [Food Industry: Science and Technology], 2023, vol. 16, no. 2 (60), pp. 43-48. (In Russian) – Text direct

9. *Nutritsiologiya i klinicheskaya dietologiya: natsional'noe rukovodstvo* [Nutrition and Clinical Dietetics: National Guidance]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2021. 1008 p. – Text direct

10. Technical Regulations of the Customs Union 021/2011 «On Food Safety». Approved by the Decision of the Customs Union Commission, no. 880, dated from December 9, 2011

11. Kaygorodtseva M.S., Nilova L.P. Cloudberry as a source of biologically active substances for the development of functional food products. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2016, vol. 85, no. S2, p. 191. (In Russian) – Text direct

12. Malavenda A.S. Morphological features of cloudberry in the Far North. *Yunyy uchenyy* [Young Scientist], 2023, no. 4 (67), pp. 124-130. (In Russian) – Text direct

13. Kamanova S.G., Temirova I.Zh., Al'dieva A.B., Ospankulova G.Kh. Effect of freeze-drying on the organoleptic properties and chemical composition of blueberries. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii* [Food Industry: Science and Technology], 2023, v. 16, no. 3 (61), pp. 36-41. (In Russian) – Text direct

14. Nikityuk D. B., Shchetinina E. M., Tarmaeva I. Yu. Rationale for choosing raw material in the development and production of specialized products when using in metabolic syndrome. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunov Bulletin], 2024, no. 3, pp. 90 – 94. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.013. (In Russian) – Text direct

## Development of a dairy product with a berry ingredient

Shchetinin Mikhail Pavlovich, Doctor of Science (Technics), Professor, Vice President

e-mail: m\_p\_sh1953@mail.ru

Non-profit Private Educational Institution of Supplementary Vocational Education International Industrial Academy, Moscow, Russia

Tarmaeva Inna Yur'evna, Doctor of Science (Medicine), Professor, Scientific Secretary

e-mail: tarmaeva@ion.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Shchetinina Elena Mikhaylovna, Doctor of Science (Technics), Associate Professor, Leading Researcher,

e-mail: schetinina2014@bk.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, *Russia*

**Keywords:** dairy industry, specialized dairy product, health protection, yogurt, blueberry, cloudberry, multicomponent product.

**Abstract.** Most traditional products do not meet the requirements of the «State Policy Concept in Healthy Nutrition of Population in the Russian Federation», since they lack some components necessary for providing the body with proteins, fats, carbohydrates, microelements and other substances in sufficient amounts and optimal proportions. It should be noted, that the living environment of a modern man has changed significantly over the past decade, resulting in the energy cost reduction, in turn. At the same time, a completely logical consequence of the current situation is a decreased food consumption and a deficiency of essential micronutrients in the human body. Thus, the task of developing healthy food products enriched with essential ingredients that increase the nutritional and biological value of food are prioritized. The aim of the work is to create a multicomponent fermented milk product with domestic berries. The range of domestic specialized food products is limited; it needs to be significantly expanded and to be formed for each population group separately. One of the promising areas in the development of such food products is the use of raw materials in their manufacture that meet the requirements of healthy nutrition science. These certainly include milk from various farm animals, cereals, as well as fruit and berry raw material. One of the most common

dairy products that enjoys a steady consumer demand is yoghurt, which has all the positive qualities inherent in fermented milk products. Various kinds of berries, which grow in abundance in the Russian Federation, can be used as ingredients. Among them, cloudbberries and blueberries should be especially highlighted. The work observes studies of the physicochemical properties of cloudbberries and blueberries, and describes the technology for preparing a berry ingredient based on them. A combination for preparing a berry ingredient is worked out. The research presents technology for producing yoghurt with a berry ingredient and analyses its organoleptic, physicochemical and microbiological properties.

Рефераты  
Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 10-27  
Библ. 42.

### **Молекулярно-генетические основы развития скелета кур**

А.И. Азовцева, А.Е. Рябова, Н.В. Дементьева, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

### **Molecular Genetic Basis of Chicken Skeleton Development**

Azovtseva, A.I.

ase4ica15@mail.ru

Ryabova, A.E.

aniuta.riabova2016@yandex.ru

Dement`eva, N.V.

dementevan@mail.ru

**Ключевые слова:** скелет, конечности, SNP, ген, ДНК-маркеры, кость, QTL.

**Keywords:** skeleton, limbs, SNP, gene, DNA marker, bone, QTL.

### **Реферат**

Для птицеводства мясного направления продуктивности особое значение имеют характеристики скелета, в частности размер костей и их пропорции, которые влияют на здоровье и продуктивность птиц. Целью настоящего исследования стало изучение, обобщение и систематизация данных о механизмах, детерминирующих развитие скелета и обсуждение возможности их использования в селекционных программах для развития отечественного птицеводства. Проанализированы данные современных исследований по полногеномному поиску ассоциаций (genome-wide association study, GWAS) и выявлению локусов количественных признаков (QTL), связанных с показателями роста и развития скелета птиц. Обозначена ключевая роль сигнальных путей BMP, WNT, WNT/ $\beta$ -catenin и NOTCH и их генов в процессах эмбрионального развития скелета. В ходе изучения регионов, связанных с развитием и размерными характеристиками костей, выявлен ряд QTL на хромосомах 1, 2, 4, 5, 8, 21, 23, 24, 27 и Z. Детально рассмотрены регионы, которые совпадали в нескольких исследованиях, а именно QTL на хромосомах 1, 4, 21, 27 и Z. Исследования полногеномных ассоциаций выявили ряд кандидатных генов, участвующих в процессах остеогенеза.

неза и костного гомеостаза. Так, на 1 хромосоме в процессы развития костей были вовлечены гены RB1, MLNR, CAB39L, POSTN, LOC770248, LRCH1, FNDC3A, SERPINE3, FOXO1, TRPC4 и SMAD9, на хромосоме 4 – NCAPG, SLIT2, PPARGC1A, NKX3-2, PITX2 и RBPJ, на 21 хромосоме – TNFRSF1B, PLOD1, NPPC, MTHFR, EPHB2, SLC35A3 и MXRA8. На 27 хромосоме потенциальными кандидатами стали гены HOBX3, SOST, NGFR, SPOP, IFG2BP1, ETV4, ZNF652 и NXPH3, а на половой хромосоме Z – LIFR, PTGER, RICTOR и LOC101747628. Рекомендованы исследования генетической архитектуры локальных пород кур в перечисленных регионах для установления носительства ценных аллелей. Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в программах геномной и маркер-ассоциированной селекции.

### Summary

Skeleton characteristics, in particular bone size and proportions, which influence the health and productivity of birds, are of particular importance for meat poultry production. The aim of this study was to investigate, summarize, and systematize data on mechanisms determining skeleton development and discuss the possibility of their use in breeding programs for the development of Russian poultry breeding. The data of recent studies on genome-wide association study (GWAS) and identification of quantitative trait loci (QTLs) associated with chicken skeleton growth and development had been analyzed. The key role of BMP, WNT, WNT/ $\beta$ -catenin, NOTCH signaling pathways and their genes in the processes of embryonic skeleton development was outlined. A number of QTLs associated with bone development and skeleton dimensions were identified on Chromosomes 1, 2, 4, 5, 8, 21, 23, 24, 27, and Z. Regions that overlapped in several studies, namely QTLs on Chromosomes 1, 4, 21, 27 and Z, were examined in detail. GWAS study has identified a number of candidate genes involved in the processes of osteogenesis and bone homeostasis. Thus, the genes RB1, MLNR, CAB39L, POSTN, LOC770248, LRCH1, FNDC3A, SERPINE3, FOXO1, TRPC4, and SMAD9 have been implicated in bone development processes on Chromosome 1; the genes NCAPG, SLIT2, PPARGC1A, NKX3-2, PITX2, and RBPJ - on Chromosome 4; the genes TNFRSF1B, PLOD1, NPPC, MTHFR, EPHB2, SLC35A3, and MXRA8 - on Chromosome 21. The genes HOBX3, SOST, NGFR, SPOP, IFG2BP1, ETV4, ZNF652, and NXPH3 became potential candidates on Chromosome 27, whereas the genes LIFR, PTGER, RICTOR, and LOC101747628 were considered potential candidates on Chromosome Z. Studies of genetic architecture of local chicken breeds in the above regions to establish carrier state of valuable alleles are recommended. The results obtained can be recommended for use in genomic and marker-assisted selection programs.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 28-46

Табл. 4. Ил. 1. Библ. 16.

### **Оценка соответствия качества сена из основных видов трав, заготовленного в хозяйствах Вологодской области**

Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко, Е.А. Третьяков, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

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

### **Evaluation of the Quality of Hay from the Main Kinds of Grasses Harvested by Farms of the Vologda Region**

Bogatyreva, E.V.

bogatyreva35@mail.ru

Fomenko, P. A.

polinafomenko208@gmail.com

Tret` yakov, E. A.

evgen-tretyakov@yandex.ru

Shchekut`eva, N. A.

natasha\_k.08@mail.ru

**Ключевые слова:** сено, химический состав, оценка, ГОСТ, качество, ADF, NDF.

**Keywords:** hay, chemical composition, assessment, All-Union State Standard, quality, ADF, NDF.

### **Реферат**

Развитие животноводческой отрасли тесно связано с наличием достаточного количества кормов для крупного рогатого скота. По этой причине корм должен иметь превосходное качество и содержать много питательных веществ. Известно, что вид кормового сырья имеет существенное воздействие на его поедаемость, способность переваривать и усваивать. Крупный рогатый скот предпочтительнее кормить сеном из посевов бобовых, злаков и смешанных травосмесей. Качество кормовой базы имеет большое значение для успешного животноводства и является важным фактором в производстве корма на современном уровне. К важнейшим составляющим сена относятся сырые белки, сырая клетчатка и сахар. У молочных коров суточная потребность в сыром белке, к которому относятся такие белковые составляющие, как аминокислоты, протеины и протеиды, составляет примерно 90 г. Сырая клетчатка также относится к питатель-

ным веществам, которые важны для микрофлоры рубца и способствуют пищеварению. В ходе изучения питательной ценности сена было определено, что содержание сухого вещества составляет от 821,65 до 861,57 г/кг, обменная энергия – от 8,74 до 9,10 МДж/кг, кормовые единицы – от 0,62 до 0,67 кг. При сравнении дополнительных показателей химического состава корма с требованиями ГОСТ Р 55452-2021 было выявлено, что в сене из многолетних злаковых трав концентрация ADF и NDF составила 37,24 и 64,84 %, в сене из бобово-злаковых трав соотношение этих показателей составило 38,77 и 67,25 %, а в сене из трав естественных угодий концентрация этих показателей вошла в нормативные критерии и принадлежит к I классу. Сено, которое готовят в хозяйствах Вологодской области, не удовлетворяет потребности животных в питательных веществах из-за увеличения их молочной продуктивности. Из этого следует, что необходимо изменить задачи в области производства кормов, чтобы получить корма с более высоким содержанием обменной энергии и сырого протеина, а также учета таких показателей, как ADF и NDF.

### Summary

The development of the livestock industry is closely related to the availability of sufficient feed for cattle. For this reason, the feed must be of excellent quality and contain many nutrients. It is known that the type of feed raw material has a significant impact on its palatability, digestibility and absorption. It is preferable to feed cattle with hay from legumes, grass and mixed grass mixtures. The quality of the feed base is of great importance for successful livestock farming and is an important factor in the production of feed at the modern level, in addition to its quantity. The most important components of hay include crude proteins, crude fiber, and sugar. Dairy cows have a daily requirement for crude protein, which includes such protein components as amino acids, proteins, and proteids, of approximately 90 g. Crude fiber is also a nutrient that is important for the microflora of the rumen and promotes digestion. During the study of the nutritional value of hay, it was determined that the dry matter content ranged from 821.65 to 861.57 g / kg, the exchange energy - from 8.74 to 9.10 MJ / kg and feed units - from 0.62 to 0.67 kg. When comparing additional indicators of the chemical composition of the feed with the requirements of GOST R 55452-2021, it was found that in hay from perennial grasses, the concentration of ADF and NDF was 37.24 and 64.84%, in hay from legume-grass the ratio of these indicators was 38.77 and 67.25%, and in hay from grasses of natural lands the concentration of these indicators was included in the regulatory criteria and belongs to Class I. Hay, which is prepared by farms of the Vologda Region, does not meet the needs of animals for nutrients due to the increase in their milk productivity. This means that feed production objectives need to be changed to produce feeds with higher levels of exchange energy and crude protein, and to take into account such indicators as ADF and NDF.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 47-62

Табл. 3 Библ. 25

### **Взаимосвязь признаков линейной оценки экстерьера с признаками молочной продуктивности коров голштинской породы**

О.Н. Бургомистрова, Н.Е. Бургомистров, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Н.В. Чухарева, ООО «Агрофирма Судромская», Архангельская область

### **The Relationship of the Signs of a Linear Assessment of the Exterior with the Signs of Dairy Productivity of Holstein Cows**

Burgomistrova, O. N.

Olgabyrgomistrova@mail.ru

Chukhareva, N. V.

nadezhdachyh@yandex.ru

Burgomistrov, N. E.

bygora35@gmail.com

**Ключевые слова:** коровы, голштинская порода, молочная продуктивность, экстерьер, линейная оценка, корреляция.

**Keywords:** cows, Holstein breed, dairy productivity, exterior, linear estimation, correlation.

### **Реферат**

Исследования проведены в 2024 году на 324 коровах первого отела голштинской породы племрепродуктора Архангельской области. Предмет исследования – экстерьерные признаки, показатели молочной продуктивности. В качестве источников информации служила информация о молочной продуктивности и результатах оценки животных по 18 линейным признакам системы А, зафиксированная в ИАС «Селэкс – Молочный скот», используемой в хозяйстве. Из показателей молочной продуктивности коров первого отела учитывались следующие: удой 305 дней лактации, массовая доля жира, массовая доля белка, выход жира (кг). Установлена достаточно высокая, положительная, высокодостоверная коррелятивная связь между удоем, количеством молочного жира и объемными признаками экстерьера: рост, глубина

туловища, длина крестца, ширина таза, а также молочными формами, коэффициенты корреляции составили от +0,17 до +0,38 (при  $t_d = 3,14-7,89$ ). Линейные признаки, характеризующие развитие вымени коров – прикрепление передних долей вымени, длина передних долей вымени, ширина задних долей вымени, борозда вымени, расположение передних сосков, также имеют положительную, слабую корреляцию между удоем и количеством молочного жира (« $r$ » варьируется от +0,01 до +0,20), при этом высокодостоверная связь (при  $t_d = 3,16; 3,69$ ) установлена по длине передних долей вымени. Установлена слабая отрицательная корреляция признака «длина сосков» со всеми показателями молочной продуктивности. Между удоем, молочным жиром и положением дна вымени коррелятивная связь оказалась высокодостоверной отрицательной, коэффициент корреляции составил от -0,19 до -0,20, при этом корреляция между массовой долей жира и положением дна вымени близка к нулю ( $r = -0,02; 0,01$ ). С такими линейными признаками, как: длина крестца ( $r = +0,01-0,23^{***}$ ), ширина таза ( $r = +0,06-0,17^{***}$ ), ширина задних долей вымени ( $r = +0,01-0,15^{**}$ ), борозда вымени ( $r = +0,03-0,07$ ), установлены положительные корреляционные связи со всеми показателями молочной продуктивности. Применение линейной оценки экстерьера животных, изучение связи ее с молочной продуктивностью будут способствовать улучшению отдельных экстерьерных характеристик, увеличению надоя, что позволит повысить результаты селекционно-племенной работы в хозяйстве.

### Summary

The research was conducted in 2024 on 324 Holstein breed cows of the first calving on the Arkhangelsk Region breeding farm. The subject of the study is exterior signs, indicators of milk productivity. The research refers to the information on dairy productivity and the results of animal evaluation according to 18 linear signs of System A, recorded in the IAS (Information Analysis System) Selex–Dairy Cattle used in the farm. The following indicators of dairy productivity of cows of the first calving were taken into account: milk yield of 305 days of lactation, mass fraction of fat (MDZh) and protein (MDB), and fat yield (kg). A fairly high, positive, highly reliable correlation was established between milk yield, the amount of milk fat, and volumetric signs of the exterior: height, body depth, sacrum length, pelvic width, as well as milk forms. The correlation coefficients ranged from +0.17 to +0.38 (at  $t_d = 3.14-7.89$ ). Linear signs characterizing the development of the udder of cows such as the attachment of the front segments of the udder, the length of the front segments of the udder, the width of the posterior segments of the udder, the udder cleft, and the location of the front

nipples also have a positive, weak correlation between milk yield and the amount of milk fat ("r" varies from +0.01 to +0.20), while a highly reliable relationship (when  $t_d = 3.16; 3.69$ ) is set with the length of the front segments of the udder. A weak negative correlation of the nipple length trait with all indicators of milk productivity has been established. The correlation between milk yield, milk fat and the position of the udder bottom turned out to be highly reliable and negative. The correlation coefficient ranged from -0.19 to -0.20, while the correlation between mass fraction of fat and udder bottom position is close to zero ( $r = -0.02; 0.01$ ). With such linear features as sacral length ( $r = +0,01-0,23^{***}$ ), pelvic width ( $r = +0,06-0,17^{***}$ ), width of the posterior udder segments ( $r = +0,01-0,15^{**}$ ), and udder cleft ( $r = +0.03-0.07$ ) are installed positive correlations with all indicators of milk productivity. The use of a linear assessment of the exterior of animals, the study of its relationship with dairy productivity will help to improve individual exterior characteristics, increase milk yield, which will improve the results of breeding work on the farm.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 63-82  
Библ. 41.

### **Секвенирование одной молекулы как инновационный способ изучения эпигенетики и генетического разнообразия сельскохозяйственных животных**

А.П. Дысин, Н.В. Дементьева, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

### **Single Molecule Sequencing as an Innovative Way to Study Epigenetics and Genetic Diversity of Farm Animals**

Dysin, A. P.  
artemdysin@mail.ru  
Dement`eva, N. V.  
dementevan@mail.ru

**Ключевые слова:** секвенирование одной молекулы, геномика сельскохозяйственных животных, эпигенетика, геномная селекция в животноводстве, продуктивные признаки животных.

**Keywords:** single molecule sequencing, genomics of farm animals, epigenetics, genomic selection in animal breeding, economic traits of animals.

### **Реферат**

Секвенирование одиночных молекул (СОМ) является инновационной технологией, которая предоставляет возможность детального анализа генома сельскохозяйственных животных на уровне отдельных молекул ДНК и РНК, что исключает необходимость амплификации и снижает риск ошибок, характерных для традиционных методов секвенирования. В данном обзоре проанализированы современные возможности применения СОМ для исследования генетического разнообразия и эпигенетических изменений, таких как метилирование, которые играют ключевую роль в наследуемости продуктивных признаков. Методика СОМ обеспечивает глубокий анализ структуры генома, включая идентификацию гаплотипов, редких генетических вариантов и структурных изменений, что делает её крайне полезной для отбора и геномной селекции животных. Применение данной технологии в животноводстве

позволяет существенно повысить точность предсказания селекционной ценности за счёт выявления причинных генетических вариантов, влияющих на продуктивные и адаптивные признаки. СОМ особенно важен для анализа сложных признаков, определяемых взаимодействием множества генов и факторов окружающей среды, таких как устойчивость к болезням и продуктивность. Кроме того, возможности СОМ в создании точных геномных карт и улучшении понимания генетических и эпигенетических механизмов позволяют использовать эту технологию для управления генетическими ресурсами, селекции и сохранения редких пород. Это ускоряет генетический прогресс, способствуя адаптации животных к изменяющимся условиям среды. Несмотря на значительный потенциал, дальнейшее развитие СОМ требует работы над повышением точности, снижением стоимости и улучшением биоинформатических инструментов для обработки данных, что позволит расширить его применение в животноводстве.

### **Summary**

Single molecule sequencing is an innovative technology that provides the ability to analyze the genome of farm animals in detail at the level of individual DNA and RNA molecules, eliminating the need for amplification and reducing the risk of errors common to traditional sequencing methods. In this review, the current opportunities of single molecule sequencing application for the study of genetic diversity and epigenetic changes, such as methylation, which play a key role in the inheritability of economic traits, are analyzed. The single molecule sequencing technique provides in-depth analysis of genome structure, including identification of haplotypes, rare genetic variants and structural changes, which makes it extremely useful for selection and genomic breeding of animals. The use of this technology in animal husbandry allows for a significant increase in the accuracy of predicting breeding value by identifying causal genetic variants that affect productive and adaptive traits. Single molecule sequencing is particularly important for analyzing complex traits determined by the interaction of multiple genes and environmental factors, such as disease resistance and productivity. In addition, the ability of single molecule sequencing to generate accurate genomic maps and improve understanding of genetic and epigenetic mechanisms enables the technology to be used for genetic resource management, breeding, and conservation of rare breeds. This accelerates genetic progress by facilitating animal adaptation to changing environmental conditions. Despite its significant potential, further development of SOM requires work to improve accuracy, reduce cost, and improve bioinformatics tools for data processing, which will allow for its wider application in animal husbandry.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 83-99  
Табл. 2. Ил. 3. Библ. 21.

### **Анализ экспрессии гена LCORL у кур русской белой породы в реперные точки роста и физиологического созревания**

Т.А. Ларкина, М.В. Позовникова, А.Б. Вахрамеев, З.Л. Федорова, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»

### **Analysis of LCORL gene expression in the Russian White chickens at reference points of growth and physiological maturation**

Larkina, T.A.  
tanya.larkina2015@yandex.ru  
Pozovnikova, M.V.  
pozovnikova@gmail.com  
Vakhrameev, A.B.  
ab\_poultry@mail.ru  
Fedorova, Z. L.  
zoya-fspb@mail.ru

**Ключевые слова:** курица, ген LCORL, рост и развитие, живая масса, экстерьер.

**Keywords:** hen, LCORL gene, growth and development, live weigh, body conformation.

### **Реферат**

LCORL – лигандзависимый ядерный рецептор, подобный корепрессору, является транскрипционным фактором и использует консервативный мотив спираль – поворот – спираль для связывания с ДНК. Активно функционирует при сперматогенезе и является одним из важнейших генов, который определяет рост и массу тела животных. У курицы (*Gallus gallus*) ген LCORL расположен на 4-й хромосоме (NC\_052535.1/75353941...75426494), состоит из 8 экзонов и имеет 4 изоформы мРНК. Реперные точки в постнатальном периоде жизни – это ключевые точки, которые определяют физическое и физиологическое развитие птиц на различных стадиях их жизни. Выделяется три периода: стартовый (5–6 недель), ювенальной линьки (8–10 недель) и полового созревания (15–16 недель). При выращивании кур-несушек немаловажно уделять внимание их правильному развитию, так как в стартовый период жизни происходит интенсивный рост, который напрямую связан с их дальнейшей яичной продуктивно-

стью. Русская белая порода кур была создана А.Н. Соколовой в СССР и относится к яичному направлению продуктивности. Целью исследования является анализ уровня относительной экспрессии гена LCORL в тканях органов у кур русской белой породы в реперные точки постнатального периода (6, 10 и 16 недель) для выявления корреляционных взаимосвязей с некоторыми весовыми и линейными показателями роста. Впервые было выявлено, что ген LCORL экспрессируется в период активного роста (6 и 10 недель) кур русской белой породы в таких тканях, как печень, надкостница и 12-перстная кишка. Уровень экспрессии в надкостнице и 12-перстной кишке был выше, чем уровень экспрессии в печени ( $p < 0,05$ ). В ткани печени и надкостницы экспрессия понижалась от 6 к 16 неделе постепенно, в то время как в 12-перстной кишке экспрессия от 6 недели понижалась к 10 и резко возрастала к 16 неделе ( $p < 0,05$ ). Таким образом, ген LCORL является критическим транскрипционным фактором, влияющим на процессы роста в организме птиц.

### Summary

LCORL is a ligand-dependent corepressor-like nuclear receptor, a transcription factor that uses a conserved helix-turn-helix motif to bind to DNA. Being one of the most important genes that determines growth and body weight in animals, it is actively involved in spermatogenesis. In chickens (*Gallus gallus*), the LCORL gene is located on Chromosome 4 (NC\_052535.1/75353941...75426494) and consists of eight exons with four mRNA isoforms. Postnatal life reference points are key points that determine the physical and physiological development of birds at different stages of their life. One can distinguish three periods: (1) the starter period (5-6 weeks), (2) juvenile molt period (8-10 weeks) and (3) sexual maturity period (15-16 weeks). When raising laying hens, it is important to pay attention to their proper development, since the initial period of life is characterized by intensive growth, which is directly related to their further egg productivity. The Russian White breed of chickens was developed by A. N. Sokolova in the USSR and it belongs to the egg productivity direction. The aim of the study is to analyze the level of relative expression of the LCORL gene in the organ tissues of the Russian White chickens at the reference points of the postnatal period (in the 6<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> weeks) to identify correlations with some weight and linear growth indicators. It has been first found that the LCORL gene is expressed during the active growth period of the Russian White chickens (in the 6<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> weeks) in the tissues of liver, periosteum and duodenum. In the periosteum and duodenum the expression level has been higher than in the liver ( $p < 0.05$ ). In liver and periosteum tissues, the expression has been decreasing gradually from the 6<sup>th</sup> week to the 16<sup>th</sup> week, while in the duodenum, the expression has been decreasing from the 6<sup>th</sup> week to the 10<sup>th</sup> week and has increased sharply by the 16<sup>th</sup> week ( $p < 0.05$ ). Thus, the LCORL gene is a critical transcription factor affecting growth processes in the body of birds.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 100-120  
Табл. 4. Библ. 30.

**Влияние ввода витаминно-минеральных премиксов в рационы коров на их продуктивность и воспроизводительные функции**

Островский А.В., Букас В.В., Базылев М.В., Разумовский Н.П., Синцера А.М., Левкин Е.А., Минаков В.Н., Линьков В.В., УО «Витебская орденна «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

**Influence of vitamin and mineral premixes introduced into cows' rations on their productivity and reproductive functions**

Ostrovskiy, A.V.  
ostrovskialex@mail.ru  
Bukas, V.V.  
agrobiz@vsavm.by  
Bazylev, M.V.  
mibazylev@yandex.ru  
Razumovskiy, N.P.  
Rnp52@mail.ru  
Sintserova A.M.,  
anna.sintserova@yandex.ru  
Levkin, E.A.  
onegin117@mail.ru  
Minakova V.N.,  
minakov.vgavm@bk.ru  
Lin'kov, V.V.  
linkovvitebsk@mail.ru

**Ключевые слова:** сухостойные коровы, премиксы, рационы, воспроизводительные функции, рациональное кормление.

**Keywords:** dry cows, premixes, rations, reproductive functions, rational feeding.

**Реферат**

Производственные исследования и сбор данных производились в хозяйственно-экономических условиях крупнотоварного специализированного агропредприятия ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района Брестской области в 2021–2022 гг. в зимне-стойловый период. Исследования включали наблюдения и учеты, осуществление постановки эксперимента (производственного опыта). Технология содержания поголовья коров была аналогичной на протяжении обоих периодов опыта: в сухостойный период – групповое, в секциях на глубокой подстилке; новотельные – 23–25 дней в секции для новотельных коров; высокопродуктив-

ные – в стандартных секциях по 90–100 голов. Контрольная и опытная группы животных на протяжении первого периода сухостоя (в среднем 39 дней) и второго периода сухостоя (21 день) получали хозяйственные рационы кормления в соответствии с принятой на ферме технологией. Опытная группа получала дополнительно к основному рациону премиксы ПА-ЛактЭко Сухостой и ПА-ЛактЭко Транзит для первой и второй фаз сухостоя соответственно. В результате опыта было установлено, что применение премиксов ПА-ЛактЭко Сухостой и ПА-ЛактЭко Транзит в кормлении сухостойных коров делает более конкурентоспособной продукцию и способствует повышению эффективности молочного скотоводства в данном хозяйстве. Так, молочная продуктивность по группам подопытных животных имела определенные различия: в контрольной среднесуточный удой составил 31,3 кг, в опытной – 33,6 кг. Среднесуточный удой коров опытной группы за отмеченное время был выше на 7,3% ( $P < 0,05$ ). Скорость роста телят, полученных от коров опытной группы в первый месяц их жизни, достоверно отличалась. Среднесуточный прирост живой массы телят опытной группы превысил контрольный аналог на 2,9%.

### Summary

The farm research and data collection have been carried out in the business and economic conditions of the large-scale specialized agricultural enterprise OJSC Agro-Motol', Ivanovo district, Brest region in 2021-2022 during the winter stall period. The research has envisaged observations and records as well as experiment implementation (farming experiment). The technology of cow keeping has been similar during the experiment periods: during the dry period - in groups, in sections on the deep litter; freshly calved cows - 23-25 days in the section for freshly calved cows; highly productive cows - in standard sections for 90-100 animals. The animals in the control and experimental groups during the first dry period (an average of 39 days) and the second dry period (21 days) have been fed in accordance with the technology adopted on the farm. In addition to the main ration, the experimental group cows have been given the PA-LactEco Sukhostoy and PA-LactEco Transit premixes intended for the first and second dry periods, respectively. As a result of the experiment, it has been found that the PA-LactEco Sukhostoy and PA-LactEco Transit premixes used in feeding dry cows make the products more competitive and help in improving the dairy farming efficiency on this farm. Thus, milk productivity in the groups of the experimental animals have had certain differences: in the control group, the average daily milk yield has been 31.3 kg and in the experimental group - 33.6 kg. The average daily milk yield of cows in the experimental group for the experimental period has been higher by 7.3% ( $P < 0.05$ ). The growth rate of calves of the experimental group cows in the first month of life has been significantly different. The average daily gain in live weight of calves in the experimental group has exceeded the control group calves by 2.9%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 121-139  
Табл. 4. Ил. 3. Библ. 18.

**Использование минеральных удобрений и  
микробиологических препаратов на пастбищных  
агрофитоценозах**

Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, И.Л. Безгодова «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

Б.Н. Старковский, О.В. Чухина «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**The Use of Mineral Fertilizers and Microbiological Preparations  
in Pasture Agrophytocenoses.**

Pryadil`shchikova, E. N.

lenka2305@mail.ru

Vakhrusheva, V. V.

vvesnina@mail.ru

Bezgodova, I. L.

bezgodova64@mail.ru

Starkovskiy, B. N.

bor.2076@yandex.ru

Chukhina, O. V.

dekanagro@molochnoe.ru

**Ключевые слова:** агрофитоценозы, пастбищное использование, минеральные удобрения, микробиологические препараты, продуктивность.

**Keywords:** agrophytocenoses, pasture usage, mineral fertilizers, microbiological preparations, productivity.

**Реферат**

Объектом научных исследований являлись многолетние травы. Цель исследований – изучение влияния минеральных удобрений и микробиологических препаратов на продуктивность многолетних трав пастбищного использования. Полевой опыт был заложен в 2022 на территории Вологодского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая и легкосуглинистая, окультуренность средняя. В опыте

14 вариантов, трехкратная повторность. Для создания пастбищных фитоценозов использовались фестулолиум Аллегро, тимофеевка луговая Ленинградская 204, овсяница луговая Свердловская 37, мятлик луговой Балин, клевер белый Мерлин. Данные сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений. Минеральные удобрения были внесены перед посевом в стартовой дозе  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . В вариантах один и пять минеральные удобрения не применялись. Во второй год жизни травостоев внесение азота проводилось согласно схеме опыта дробно (в несколько этапов) и в различных дозах –  $N_{90}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{150}P_{60}K_{90}$ . В год посева на вариантах 5–8 и 13 проведена сухая инокуляция семян, а на вариантах 6, 7, 8 и 13 – модификация минеральных удобрений микробиологическим препаратом (Бисолби (Т)), основой которого является грамположительная спорообразующая бактерия *Bacillus subtilis* штамм Ч-13. Варианты 9, 10, 11 и 14 опрыскивались жидким микробиологическим удобрением на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 (Экстрасол) перед скашиванием в каждом цикле по листу. Учет и наблюдения проводились по общепринятым методикам ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Обработка результатов исследований осуществлялась по методике Б.А. Доспехова. Продуктивность травостоев составила за первый год жизни 0,87–2,36 т/га СВ, 0,68–2,19 тыс. кормовых единиц, 8,6–25,5 ГДж обменной энергии, 0,07–0,3 т переваримого протеина, во второй год жизни – 2,55–11,03 т/га СВ, 2–9,04 тыс. кормовых единиц, 25,2–111,6 ГДж обменной энергии, 0,15–1,2 т переваримого протеина.

### Summary

The object of the scientific research is perennial herbs. The purpose of the research is to study the effect of mineral fertilizers and microbiological preparations on the productivity of perennial grasses of pasture usage. The field experience was established in 2022 on the territory of the Vologda Region. The soil of the experimental plot is sod-podzolic and light loamy, the cultivation is average. There are 14 variants in the experiment in triplicate. To create pasture phytocenoses, *festulolium Allegro*, *Leningradskaya 204* timothy grass, *Sverdlovskaya 37* meadow fescue, *Balin* bluegrass, *Merlin* white clover were used. These varieties are included in the National Register of Selective Inventions. Mineral fertilizers were applied before sowing in the starting dose of  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . In variants one and five, mineral fertilizers were not used. In the second year of herbage life, nitrogen was introduced according to the experimental scheme in fractions (in several stages) and in various doses  $N_{90}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{60}K_{90}$ , and  $N_{150}P_{60}K_{90}$ . In the year of sowing, dry inoculation of seeds was carried out in Variants 5-8 and 13, and modification of mineral fertilizers with a microbiological preparation (Bisolbi

(T)), based on the gram-positive spore-forming bacterium *Bacillus subtilis* (Strain Ch-13), was carried out in Variants 6-8 and 13. The leaves of Variants 9-11 and 14 were sprayed with liquid microbiological fertilizer based on *Bacillus subtilis* (Strain Ch-13 (Extrasol)) before mowing of each cycle. Accounting and observations were carried out according to the generally accepted methods of the All-Russian Research Institute of Feed named after V.R. Williams. The processing of the research results was carried out according to the methodology of B.A. Dospekhov. The productivity of herbage in the first year of life was 0.87-2.36 t/ha of dry matter, 0.68-2.19 ths. of feed units, 8.6-25.5 GJ of exchange energy, 0.07-0.3 tons of digestible protein, in the second year of life it was 2.55-11.03 t/ha of dry matter, 2-9.04 ths. of feed units, 25.2-111.6 GJ of exchange energy, 0.15-1.2 tons of digestible protein.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 140-158  
Табл. 7. Ил. 8. Библ. 21.

### **Динамика поголовья и надоя коров Северо-Западного федерального округа Российской Федерации**

Третьяков Е.А., Абрамова Н.И., Хромова О.Л., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»

### **Movements of Cows` Population and Milk Yield in Northwestern Federal District of the Russian Federation**

Tret`yakov, E. A.  
evgen-tretyakov@yandex.ru  
Abramova, N. I.  
natali.abramova.53@mail.ru  
Khromova, O. L.  
khromova\_olenka@mail.ru

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот (КРС), корова, поголовье, надой, валовой надой, Северо-Западный федеральный округ.

**Keywords:** cattle, cow, population, milk yield, total milk yield, North-western Federal District.

### **Реферат**

В Российской Федерации за 2010–2022 годы поголовье крупного рогатого скота сократилось на 0,9–5,9%, за 12 лет сокращение поголовья составило 2305,3 тысячи голов, или 11,6%. Поголовье коров за указанный период сокращалось аналогичными темпами, с 2010 года по 2022 год сокращение составило 11,2%, или 978,3 тысячи голов. Производство молока увеличилось на 1475,9 тысяч тонн, или на 4,7%, а средний надой на одну корову – на 1418 кг, или на 37,6%. В Северо-Западном федеральном округе по итогам 2022 года насчитывается 685 тысяч голов крупного рогатого скота, по данному показателю округ располагается на 8 месте в России. За анализируемый период сокращение поголовья составило 33,3 тысячи голов, или 4,6%. Наибольшим сокращением численности поголовья отмечается период 2010–2015 гг., снижение за эти годы составило 37,9 тысяч голов. По Северо-Западному федеральному округу за период 2010–2022 гг. объемы произведенного молока выросли с 1740,9 до 2064,9 тысяч тонн, то есть на 324,0 тысячи тонн, или на 18,6%. Стабильное повышение производства молока с

2010 года выявлено в четырех регионах: Вологодской, Ленинградской, Калининградской и Архангельской областях. Наибольшее повышение валового производства молока за указанный период отмечается в Вологодской (на 137,4 тысячи тонн, или на 29,2%) и Ленинградской (на 117,2 тысячи тонн, или на 20,1%) областях. Остальные субъекты снизили валовое производство молока. Наибольшим спадом характеризуются Новгородская и Мурманская области, снижение объемов производства в которых в 2022 году по сравнению с 2010 годом составило 46,1 и 42,2% соответственно. Средний надой по Северо-Западному федеральному округу выше, чем по Российской Федерации, на 700 кг. Надой по федеральному округу с 2010 по 2022 год вырос на 63% и составил 8324 кг. Уровень молочной продуктивности в субъектах в исследуемые периоды варьируется от 3491 до 9435 кг молока на одну корову. Наивысшие удои были получены в Ленинградской, Калининградской и Вологодской областях и за 2022 год составили 9435, 8427 и 8363 кг соответственно. Наименьшим надоем на одну корову характеризуются Мурманская и Новгородская области. По итогам 2022 года надой на одну корову более 9000 кг молока подучен от коров Ленинградской области, от 8000 до 9000 кг – в Калининградской и Вологодской областях, от 7000 до 8000 кг – в Архангельской, Псковской областях и Республике Карелия; надой 5000–6000 кг молока – в Республике Коми, Мурманской и Новгородской областях. Основными регионами Северо-Западного федерального округа в товарном и племенном скотоводстве являются Ленинградская и Вологодская области, так как на их долю приходится более 70% валового производства молока, на территории этих регионов расположено более 70% племенных хозяйств, доля общего и племенного поголовья составляет более 70%, имеют лидирующие места в рейтингах по надоем на одну корову.

### Summary

In the Russian Federation the cattle population decreased by 0.9-5.9% for 2010-2022, over 12 years the population decline was 2,305.3 thousand heads or 11.6%. The cows` population declined at a similar rate during the analyzed period; from 2010 to 2022 the decline was 11.2% or 978.3 thousand heads. Milk production increased by 1,475.9 thousand tons or by 4.7%, and the average milk yield per cow increased by 1,418 kg or by 37.6%. In Northwestern Federal District, according to the results of 2022, there are 685 thousand heads of cattle, according to this indicator the district is in 8th place in the Russian Federation. Over the analyzed period, the population decline was 33.3 thousand heads or 4.6%. The largest reduction in the number of livestock was observed in the period from 2010 to 2015, the decrease over these years amounted to 37.9 thousand

heads. In Northwestern Federal District, for the period from 2010 to 2022, the volume of milk produced increased from 1,740.9 to 2,064.9 thousand tons, namely by 324.0 thousand tons or 18.6%. A stable increase in milk production since 2010 has been revealed in four regions: the Vologda, Leningrad, Kaliningrad and Arkhangelsk ones. The largest increase in total milk yield over the specified period was noted in the Vologda (by 137.4 thousand tons or by 29.2%) and Leningrad Regions (by 117.2 thousand tons or by 20.1%). In the remaining regions milk yield reduced. The greatest decline is observed in the Novgorod and Murmansk Regions, where the decrease in production volumes in 2022 compared to 2010 amounted to 46.1 and 42.2%, respectively. The average milk yield in Northwestern Federal District is 700 kg higher than throughout the Russian Federation. Milk yield in Northwestern Federal District from 2010 to 2022 increased by 63% and amounted to 8,324 kg. The level of milk productivity in the regions during the analyzed period varied from 3,491 to 9,435 kg of milk per cow. The highest milk yields were obtained in the Leningrad, Kaliningrad and Vologda Regions and in 2022 amounted to 9,435 kg, 8,427 kg, and 8,363 kg, respectively. The lowest milk yield per cow is observed in the Murmansk and Novgorod Regions. According to the results of 2022, the milk yield per cow was more than 9,000 kg of milk in the Leningrad Region, from 8,000 to 9,000 kg in the Kaliningrad and Vologda Regions, from 7,000 to 8,000 kg in the Arkhangelsk, Pskov Regions and the Republic of Karelia, and from 5,000 to 6,000 kg in the Komi Republic, the Murmansk and Novgorod Regions. The main regions of Northwestern Federal District in commercial and pedigree cattle breeding are the Leningrad and Vologda Regions, since they account for more than 70% of total milk production, more than 70% of breeding farms are located in these regions, the share of total and breeding livestock is more than 70%, and they have leading places in the ratings for milk yield per cow.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 159-171

Табл. 2. Ил. 1. Библ. 12.

### **Расчет доз удобрений под клеверо-тимофеечную смесь**

О.В. Чухина, А.И. Демидова, А.С. Лисина, А.Л. Бирюков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина».

### **Fertilizer rate calculation for clover-and-timothy mixture**

Chukhina, O. V.

dekanagro@molochnoe.ru

Demidova, A. I.

vologdademidova@mail.ru

Lisina A. S.

nastya.lisina.2002@mail.ru

Biryukov, A. L.

biryukov\_alex@mail.ru

**Ключевые слова:** смесь клевера лугового с тимофеевкой луговой, комплексное удобрение, аммиачная селитра, калий хлористый, органическое удобрение, многолетние травы, продуктивность, система.

**Keywords:** mixture of red clover and timothy grass, complex fertilizer, ammonium nitrate, potassium chloride, organic fertilizer, perennial grasses, productivity, system.

### **Реферат**

Объект исследований – смесь клевера с тимофеевкой. В статье представлены результаты расчета оптимальных доз удобрений под клеверо-тимофеечную смесь и их распределение по срокам внесения в условиях Вологодской области. За основу были взяты среднекультурные почвы региона с содержанием азота 75 мг/кг, подвижного фосфора – 145 мг/кг и обменного калия – 153 мг/кг. Был проведен расчет общего выноса макроэлементов из почвы на урожайность зеленой массы 37 т/га, на результатах которого проводились вычисления доз минеральных удобрений с учетом внесения 40 т/га органического удобрения. Общий вынос из почвы составил 140,6 кг/га N, 44,4 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 166,5 кг/га K<sub>2</sub>O. Из почвы на формирование урожая будет использовано 45 кг/га азота, 21,75 кг/га фосфора, и 45,9 кг/га калия. В качестве органического удобрения под предшественника вносится полуперепревший навоз. При внесении 40 т/га навоза растения получают

27 кг/га N, 13,2 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 кг/га K<sub>2</sub>O. На недостающее количество макроэлементов рассчитываются дозы минеральных удобрений: комплексное удобрение NPK(S) с действующим веществом 15:15:15(10), аммиачная селитра (Naa), калий хлористый (Kcl). Дозы внесения удобрений составили 3,15 ц/га сложного удобрения, 3,27 ц/га аммиачной селитры и 2,35 ц/га калия хлористого. Распределение удобрений по срокам внесения следующее: 40 т/га органического удобрения под предшественника; под основную обработку почвы калий хлористый – 2,35 ц/га; перед культивацией – 2,15 ц/га NPK(S) и 0,75 ц/га аммиачной селитры; при посеве – 1 ц/га NPK(S); первая подкормка аммиачной селитрой – во второй год жизни из расчета 0,76 ц/га, после первого укоса – вторая подкормка 0,76 ц/га.

### Summary

The object of the study is a mixture of red clover and timothy grass. The article presents the results of calculating the optimal doses of fertilizers for the clover-timothy mixture and their distribution by the timing of application under the conditions of the Vologda Region. The study was carried out on the average cultivated soils of the region with a nitrogen content of 75 mg / kg, mobile phosphorus of 145 mg / kg, and exchangeable potassium of 153 mg / kg. The total removal of macronutrients from the soil for the yield of green mass of 37 t / ha was calculated, based on the results of which the doses of mineral fertilizers were calculated taking into account the application of 40 t / ha of organic fertilizer. The total removal from the soil was 140.6 kg / ha of N, 44.4 kg / ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 166.5 kg / ha of K<sub>2</sub>O. 45 kg / ha of nitrogen, 21.75 kg / ha of phosphorus, and 45.9 kg / ha of potassium will be used from the soil to form the yield. Semi-rotted manure is applied as an organic fertilizer under the predecessor. When 40 t/ha of manure are applied, plants receive 27 kg/ha of N, 13.2 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 kg/ha of K<sub>2</sub>O. The doses of mineral fertilizers are calculated for the missing amount of macronutrients: complex fertilizer NPK(S) with the active ingredient 15:15:15(10), ammonium nitrate (Naa), and potassium chloride (Kcl). The fertilizer application rates were 3.15 hwt/ha of complex fertilizer, 3.27 hwt /ha of ammonium nitrate and 2.35 hwt /ha of potassium chloride. The distribution of fertilizers by application dates is as follows: 40 t/ha of organic fertilizer under the predecessor, 2.35 hwt /ha of potassium chloride under primary soil cultivation, 2.15 hwt /ha of NPK(S) and 0.75 hwt /ha of ammonium nitrate before cultivation, 1 hwt /ha of NPK(S) when sowing, the first extra fertilization with ammonium nitrate is applied in the second year of plant life at the rate of 0.76 hwt /ha, and after the first mowing the second extra fertilization is applied at the rate of 0.76 hwt /ha.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 172-187  
Табл. 5. Ил. 2. Библ. 17.

### **Мясное скотоводство в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодчины**

Д.В. Шестаков, Бюджетное учреждение агропромышленного комплекса Вологодской области «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса»

М.В. Механикова, В.А. Бильков, О.Н. Бургомистрова, Н.Ю. Литвинова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

### **Beef Cattle Breeding in Peasant (Farm) Households of the Vologda Region**

Shestakov, D. V.

d.shestakov17@yandex.ru

Mekhanikova, M. V.

mehanikovamv@molochnoe.ru

Bil`kov, V. A.

vab1725@yandex.ru

Burgomistrova, O. N.

Olgabyrgomistrova@mail.ru

Litvinova, N. Yu.

vooop.35@yandex.ru

**Ключевые слова:** мясное скотоводство, мясные и молочные породы, выращивание, откорм, система «корова-теленки», крестьянские (фермерские) хозяйства, Вологодская школа фермера, государственная поддержка, гранты, программа.

**Keywords:** beef cattle breeding, beef and dairy breeds, raising, fattening, cow-calf system, peasant (farm) households, Vologda Farmer's School, state support, grants, program.

### **Реферат**

Изучена возможность развития мясного специализированного скотоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Вологодской области. Обобщен опыт производства говядины в КФХ за счет выращивания и откорма крупного рогатого скота как молочных пород по традиционной технологии в условиях ферм на 100–200 скотомест с привязным

содержанием и без привязи, так и специализированных мясных пород в облегченных помещениях по системе «корова – теленок». В КФХ ИП Нестеровой Л.В. в Никольском округе одновременно по системе «корова – теленок» содержится 179 коров с общим поголовьем абердин-ангусской породы около 500 голов и производством мяса в живом весе 60–70 т ежегодно, а в Нюксенском округе в КФХ Комарова Р.В. по технологии мясного скотоводства содержится 24 коровы с общим поголовьем молодняка герефордской породы 58 голов и производством мяса около 7 т. В этих хозяйствах вот уже почти 10 лет успешно отрабатывается технология специализированного мясного скотоводства. В 2023 году выращиванием и откормом крупного рогатого скота в Вологодской области занимались 43 крестьянских (фермерских) хозяйств, из них 16 хозяйств специализировались на разведении мясных герефордской и абердин-ангусской пород и их помесей (в 4 хозяйствах). Доля 20 хозяйств в производстве мраморного мяса в живом весе составляет 37% с долей специализированных мясных пород (45,5%) от общего откормочного поголовья в крестьянских (фермерских) хозяйствах области. Показана роль Вологодской школы фермера при ВГМХА имени Н.В. Верещагина, в которой по поручению губернатора Вологодской области и под патронажем Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов области, БУ агропромышленного комплекса Вологодской области «Вологодский информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса» и Вологодского Филиала ПАО «Россельхозбанк» успешно идет обучение начинающих фермеров по направлению «Мясное скотоводство». За три года (2022–2024) успешно прошли обучение в Школе фермера и получили сертификаты более 80 слушателей, в том числе из Белозерского, Вашкинского, Вологодского, Велико-Устюгского, Верховажского, Вытегорского, Грязовецкого, Тарногского, Тотемского, Сокольского, Никольского, Нюксенского, Череповецкого, Шекснинского, Усть-Кубинского округов. Показаны также направления и механизм государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Вологодской области на 2021–2025 годы» на основе грантов «Агростартап» и «Развитие семейной фермы». Таким образом, комплексный подход к развитию крестьянских (фермерских) хозяйств по выращиванию и откорму специализированных мясных пород крупного рогатого скота уже в ближайшие годы позволит существенно увеличить производство говядины и телятины в регионе.

### **Summary**

The possibility of developing specialized beef cattle breeding in peasant (farm) households of the Vologda Region was studied. The experience of

beef production in peasant farms was summarized, both by raising and fattening dairy cattle using traditional technology in farms with 100-200 cattle stalls with tie-up and loose housing system, and specialized beef breeds in simplified premises using the cow-calf system. In the family farm of individual entrepreneur L.V. Nesterova in the Nikol'sk District, 179 cows are simultaneously kept under the condition of the cow-calf system, with a total number of livestock of approximately 500 heads of Aberdeen-Angus breed, producing 60-70 tons of meat annually. In the Nyuksenitsa District, the farm of R.V. Komarov utilizes beef cattle technology, housing 24 cows with a total young stock 58 heads of Lineback breed, producing about seven tons of meat. These farms have successfully implemented specialized beef cattle farming technology for nearly a decade. In 2023, 43 family farms in the Vologda Region were engaged in raising and fattening cattle, 16 farms of them specialized in breeding Lineback and Aberdeen-Angus breeds and their crosses (in four farms). The contribution of 20 farms to marble meat production accounts for 37%, with specialized beef breeds making up 45.5% of the total fattening stock in family farms across the region. The role of the Vologda Farmer's School at the Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin is shown, which, on behalf of the Governor of the Vologda Region and under the patronage of the Department of Agriculture and Food Resources of the Region, the Budgetary Institution of the Agro-Industrial Complex of the Vologda Region the Vologda Information and Advisory Service Center of the Agro-Industrial Complex and the Vologda Branch of PAO Rossel'khozbank (Public Joint Company), successfully trains novice farmers in the direction of Beef Cattle Breeding. Over three years (2022-2024), more than 80 students have successfully completed training at the Farmer's School and received certificates, including those from the Belozersk, Vashkinskiy, Vologda, Velikiy-Ustyug, Verkhovazh'e, Vytegra, Gryazovetsk, Tarnoga, Tot'ma, Sokol, Nikol'sk, Nyuksenitsa, Cherepovets, Sheksna, Ust'e-Kubenskoe districts. Additionally, the directions and mechanism of state support for peasant (farm) households within the State Program «Development of Agro-Industrial and Fishery Complexes of the Vologda Region for 2021-2025» based on the grants «Agrostartup» and «Development of a Family Farm» are also shown. Thus, a comprehensive approach to developing family farms focused on raising and fattening specialized beef breeds will significantly increase beef and veal production in the region in the coming years.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 188-197

Табл. 6. Библ. 8.

**Экологические и технические аспекты актуализации справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство напитков, молока и молочной продукции»**

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

А.В. Данилевская, Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»

**Environmental and technical aspects in updating best available technique reference notes «Production of beverages, milk and dairy products»**

Kuzin, A. A

pronich@molochnoe.ru

Shokhalov, V. A.

v\_shohalov@mail.ru

Danilevskaya, A. V.

a.danilevskaya@eipc.center

**Ключевые слова:** информационно-технический справочник, наилучшие доступные технологии, молочные продукты, энергозатратность производства, технологические процессы, маркерные вещества.

**Keywords:** information and technical reference book, best available technologies, dairy products, energy consumption of production, technological processes, marker substances.

**Реферат**

Данная работа развивает тему наилучших доступных технологий и является продолжением работы по актуализации первого издания информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям в области переработки молока. Целью работы является исследование энергозатратности технологических процессов и оборудования, используемых при производстве творога и сыра. Было проведено анонимное анкетирование предприятий молочной отрасли, в рамках которого были собраны сведения о способах производства, па-

раметрах технологических операций и технических характеристиках используемого оборудования. Расчет количества пара и холода проводился по стандартным методикам. Результатом работы стали данные о затратах электрической энергии, пара и холода при производстве творога, полутвердых и плавленых сыров на ряде предприятий Российской Федерации. Установлены наиболее энергетически затратные операции. Результаты работы будут учтены в новой редакции справочника по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в области переработки молока. На эти данные должны ориентироваться российские производители продукции. Утверждение второй редакции информационно-технологического справочника по наилучшим доступным технологиям запланировано на 2024 год.

### **Summary**

The scientific paper contributes to the topic of the best available technologies and presents a continuation of the work on updating the first edition of the information and technical reference book on the best available technologies in milk processing. The purpose of the work is to study the energy consumption of technological processes and equipment used in the production of cottage cheese and cheese. The conducted anonymous survey of dairy enterprises has given the information on production methods, parameters of technological operations and technical characteristics of the equipment used. The steam and cold amounts have been calculated according to the standard methods. The conducted work has given the data on electricity, steam and cold costs in manufacturing cottage cheese, semi-hard and processed cheeses at a number of enterprises in the Russian Federation. The researchers have identified the most energy-intensive operations. The results of the work will be taken into account in the new edition of the reference book on the best available technologies (BAT) in milk processing. The Russian products manufacturers should be guided by these data. The second edition of the information and technological reference book on the best available technologies is scheduled for approving in 2024.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 198-210  
Библ. 20.

### **Значимость эмульгаторов при производстве молочосодержащих продуктов**

А.А. Куликова, Е.В. Топникова, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич, Россия

### **Importance of emulsifiers in manufacturing milk-containing products**

Kulikova, A.A.  
kulikova.shyaa@mail.ru  
Topnikova, E.V.  
e.topnikova@fncps.ru

**Ключевые слова:** молочосодержащий продукт, спред, эмульгатор, моно- и диглицериды жирных кислот, влияние на состав и свойства.

**Keywords:** milk-containing product, spread, emulsifier, mono- and diglycerides of fatty acids, influence on composition and properties.

### **Реферат**

В настоящее время в пищевой отрасли при производстве большого спектра продуктов широко распространено использование эмульгаторов. Их долгое время поставляли из-за рубежа, поэтому сейчас одной из основных проблем на российском рынке ингредиентов является зависимость от импорта эмульгаторов. Эмульгаторы играют решающую роль в производстве молочосодержащих продуктов, стабилизируя смесь водной и жировой фазы, которая естественным образом разделяется. Эмульгаторы предотвращают это разделение, образуя стабильную эмульсию. В мороженом, спредах и других молочосодержащих продуктах с заменителями молочного жира, произведенных по технологии мороженого, сыров, плавленых сыров, творога и сметаны, эмульгаторы обеспечивают гладкую текстуру готового продукта, увеличенный срок хранения и улучшенные сенсорные свойства. Чаще всего в этих продуктах используются такие эмульгаторы, как лецитин, моно- и диглицериды жирных кислот и полисорбаты, которые помогают поддерживать консистенцию и предотвращают нежелательные из-

менения текстуры или внешнего вида, обеспечивая высокое качество готового продукта. Учитывая их важную значимость в формировании структуры и качества продуктов, целесообразно развитие собственно-го производства эмульгаторов, которое должно базироваться на применении эффективных процессов их изготовления, знании свойств этих пищевых ингредиентов и особенностей влияния эмульгаторов разного состава на готовый продукт.

### **Summary**

Currently, the food industry extensively uses emulsifiers in manufacturing a wide range of food products. For a long time, emulsifiers have been delivered from abroad, thus, nowadays, one of the main problems in the Russian ingredient market is its dependence on their import. Emulsifiers play a decisive role in manufacturing milk-containing products; they stabilize the mixture of the water and fat phases, which naturally separates. Emulsifiers prevent this separation and make a stable emulsion. In ice cream, spreads and other milk-containing products with milk fat substitutes, manufactured according to the technology of ice cream, cheese, processed cheese, cottage cheese and sour cream, emulsifiers provide a smooth texture of the finished product, an increased shelf life and improved sensory properties. Most often, such emulsifiers as lecithin, mono- and diglycerides of fatty acids and polysorbates used in the products help maintain consistency and prevent unwanted changes in texture or appearance, ensuring high quality of the finished product. Taking into account their great significance in the formation of the product structure and quality, it seems to be expedient to develop domestic production of emulsifiers based on effective processes in their manufacture as well as knowledge of their properties and specific effects of emulsifiers of different compositions on the finished product.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 211-224

Табл. 2. Ил. 3. Библ. 21.

### **Экономическая составляющая и конкурентоспособные преимущества разработки и производства специализированного молочного продукта**

Д.Б. Никитюк, Е.М. Щетинина, И.Ю. Тармаева, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

### **Economic component and competitive advantages of development and manufacture of specialized dairy product**

Nikityuk D. B.,

dimitrynik@mail.ru

Shchetinina E. M.,

schetinina2014@bk.ru

Tarmaeva I. Yu.,

tarmaeva@ion.ru

**Ключевые слова:** молочная промышленность, сегмент экономики, специализированный молочный продукт, здоровьесбережение, конкурентоспособность, показатели качества, производство.

**Keywords:** dairy industry, economic segment, specialized dairy product, health protection, competitiveness, quality indicators, production.

### **Реферат**

Прежде чем приступать к разработке и выпуску новой продукции, необходимо понимать, насколько она интересна потребителю, какие ресурсы необходимы для ее внедрения в производство, как организовать ее продвижение на рынок и реализацию. Целью исследований являлось изучение перспектив разработки и внедрения в производство специализированного молочного продукта для питания при ожирении с возможностью формирования конкурентоспособных преимуществ с учетом медико-биологических, социально-экономических и технологических вопросов. В свете постоянного роста рынка молочной продукции, особый интерес для предприятий представляет формирование конкурентоспособных преимуществ на стадии зарождения интереса к продукту. Внедрение новых технологических решений по выпуску инновационных специализированных продуктов на молочной основе не несет в себе дополнительных затрат, связанных с закупом отдельного оборудования и модернизацией предприятий. Разработка и выпуск на рынок специализированных пищевых продуктов требует комплексного подхода с привлечением представителей

промышленности, науки и экспертного сообщества. В рамках исследований установлен рост производства и потребления молочных продуктов. В ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработан специализированный пищевой продукт на молочной основе, исследования были проведены на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов. Была разработана рецептура специализированного пищевого продукта на молочной основе, определены его органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. С учетом динамичного роста рынка молочных продуктов, расширения их ассортимента, в том числе специализированных пищевых продуктов на молочной основе, повышения спроса на них со стороны населения, медико-биологического и социально-экономического факторов можно сделать вывод о перспективе развития данного рыночного сегмента.

### **Summary**

Before starting to develop and release a new product, it is necessary to understand how interesting it is to the consumer, what resources are needed to introduce it into production, how to organize its promotion to the market and sale. The purpose of the research is to study the prospects for the development and manufacture of a specialized dairy product intended for the obesity diet, with the account of competitive advantages formed in the process of the product development in view of medical and biological, socio-economic and technological issues. Due to the constant growth of the dairy market, the formation of competitive advantages at the inception stage of interest in the product draws a particular attention of an enterprise. New technological solutions introduced for the manufacture of innovative specialized milk-based products do not incur any additional costs associated with the purchase of separate equipment or the enterprise modernization. The development and launch of specialized food products on the market requires an integrated approach involving representatives of the industry, science and the expert community. According to the research results, there is an increase in the production and consumption of dairy products. A specialized dairy-based food product has been developed at the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology; the studies have been carried out in the Laboratory of Food Biotechnology and Specialized Products. The authors have developed a recipe for a specialized dairy-based food product and determined its organoleptic, physicochemical and microbiological indicators. Taking into account the dynamic growth of the dairy product market, the expansion of the dairy product range, including specialized milk-based products, an increase in population demand for them, medical and biological as well as socio-economic factors, it can be concluded that there are prospects for the development of this market segment.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 225-236

Табл. 2. Ил. 1. Библ. 15.

### **Микробиологические аспекты и потребительская оценка плавленого сыра**

В.И. Носкова, Т.С. Демидова, Ю.А. Овечкина, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

### **Microbiological aspects and consumer evaluation of processed cheese**

Noskova, V.I.

noskova.v.i@2.molochnoe.ru

Demidova, T.S.

tanydem04@gmail.com

Ovechkina, Yu.A.

iuliia.buzhorianu@yandex.ru

**Ключевые слова:** пищевая продукция, сыр плавленый, биологическая безопасность, микроорганизмы, потребительская оценка, сроки хранения.

**Keywords:** food products, processed cheese, biological safety, microorganisms, consumer evaluation, shelf life.

### **Реферат**

В условиях глобализации торговли пищевыми продуктами возникают новые угрозы их безопасности в связи с развитием микрофлоры, которая проявляется при хранении в условиях холодильника, модифицированных газовых сред, вакуума и других барьерных эффектов на пути роста микрофлоры с целью пролонгирования сроков годности. Для исследования выбрали плавленые сыры, так как в их состав входят компоненты, значимо влияющие на контаминацию продукта, а наполнители являются источником дополнительного обсеменения посторонней микрофлорой. Биоповреждения пищевых продуктов проявляются изменением внешнего вида и органолептических показателей, поэтому проводили потребительскую оценку образцов в выборке по сенсорным показателям и изучали микробиоценозы продуктов на этапе хранения. Микробиологические показатели изучали по содержанию микроорганизмов порчи и санитарно-показательных микроорганизмов. В результате органолептических исследований установили, что только 12,5% исследованных образцов не имеет пороков, 75% образцов имеют незначительные отклонения каче-

ства от заданных параметров, то есть допускаются к реализации, а 12,5% не соответствуют требованиям и не подлежат реализации. Установлено, что 50% образцов не соответствуют требованиям по количеству микроорганизмов, наблюдалось превышение содержания микроорганизмов порчи: у четырех образцов по количеству дрожжей и у двух – плесневых грибов, в трех образцах присутствовали условно-патогенные микроорганизмы. Полученные данные свидетельствуют о наличии резервов для повышения качества и безопасности продуктов анализируемой группы. Поэтому на современном этапе развития пищевых производств необходимо изучать влияние пищевых добавок на микрофлору пищевых продуктов, разрабатывать новые методы микробиологического анализа, расширять номенклатуру микробиологических показателей, осуществлять независимый мониторинг качества пищевой продукции по микробиологическим показателям на всех этапах жизненного цикла пищевой продукции.

### Summary

In the age of food trade globalization, new threats to food safety come into being, due to the microflora growth, that takes place during its storage in a refrigerator, modified gas environments, vacuum and other barriers affecting the microflora growth in order to prolong the food shelf life. Processed cheeses have been chosen for the study, since they contain constituents that significantly affect the product contamination, and fillers that present a source of additional contamination by foreign microflora. Biodamages of food products manifest themselves by changes in appearance and organoleptic parameters, therefore, the authors have studied the consumer evaluation of the samples from the point of their sensory indicators and microbiocenoses of the products at the storage stage. Microbiological indicators have been studied in terms of spoilage microorganism as well as sanitary-indicative microorganism amounts. The organoleptic studies have revealed that only 12.5% of the studied samples have no defects; 75% of the samples have minor quality deviations from the specified parameters, that is, they are allowed to be sold, and 12.5% do not meet the requirements and are not subject to sale. It has been found that 50% of the samples do not meet the requirements concerning the microorganism count; they contain an excess of spoilage microorganisms: four samples have an excess of yeast, two samples contain an excessive amount of mold fungi and conditionally pathogenic microorganisms are found in three samples. The data obtained indicate that there are reserves for improving the quality and safety of the analyzed product group. Therefore, at the present stage of food production development, it is necessary to study the effect of food additives on the food product microflora, develop new methods of microbiological analysis, expand the range of microbiological indicators, carry out independent monitoring of food quality by microbiological indicators at all stages of the life cycle of food products.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]  
с. 237-257  
Табл. 2 Ил. 3 Библ. 27

### **Использование антиоксидантов в продуктах маслоделия. Астаксантин**

Т.А. Павлова, Ю.В. Никитина, Е.С. Данилова, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Углич

#### **The use of antioxidants in butter products. Astaxanthin**

Pavlova, T. A.  
t.pavlova@fncps.ru  
Nikitina, Y. V.  
yu.nikitina@fncps.ru  
Danilova, E. S.  
e.danilova@fncps.ru

**Ключевые слова:** антиоксиданты, астаксантин, бетулин, дигидрокверцетин, масло сливочное, масло сливочное с вкусовыми компонентами.

**Keywords:** antioxidants, astaxanthin, betulin, dihydroquercetin, butter, butter with flavoring components.

#### **Реферат**

В статье проанализировано использование астаксантина и других антиоксидантов в питании человека. С целью обогащения масла сливочного антиоксидантами использовали биологически активную добавку «Астаксантин». Объекты исследования: образцы сливочного масла массовой долей жира 61,5% с добавлением астаксантина, соли, с морскими водорослями и луком-шнитт. Все образцы масла были изготовлены в условиях маслодельного цеха Всероссийского научно-исследовательского института маслоделия и сыроделия – филиала Федерального центра пищевых систем им. В.М. Горбатова (Ярославская область). Определение жирнокислотного состава проводили в соответствии с ГОСТ 31663-2012. Для определения ЖКС использовали газовый хроматограф «Хромос ГХ-1000» (ООО «Хромос», Россия), колонку CP – Sil 88 for FAME 100m×0.25mm×0.2µm («Agilent Technologies», США). Расчет полученных данных проводили методом внутренней нормализации в программе «Хромос». Идентификационные характеристики жировой фазы масла определяли по ГОСТ 32261-2013. Органолепти-

ческую оценку образцов масла проводили согласно ГОСТ 33632-2015 путем закрытой дегустации. Результатами проведенной работы было установлено, что использование биокомплекса «Астаксантин» в составе сливочного масла в количестве от 750 до 1000 г БАД на 1000 кг готового продукта способствует изменению вкусовых качеств готового продукта, а также состава жировой фазы масла, обогащая его непредельными жирными кислотами. Различия в содержании жирных кислот исследованных образцов масла сливочного свидетельствует о том, что использование биокомплекса «Астаксантин» и вкусовых компонентов океанического происхождения выгодно корректируют состав жировой фазы масла, не влияя на оценку подлинности сливочного масла.

### Summary

The work analyzes the use of astaxanthin and other antioxidants in human nutrition. In order to enrich butter with antioxidants, Astaxanthin dietary supplement has been used. The research objects are samples of butter containing 61.5% mass fraction of fat and added with astaxanthin, salt, algae and chives. All butter samples have been made in the butter shop of the All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Making, branch of the Federal Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов (Yaroslavl' Region). The fatty acid composition has been determined in accordance with the State Standard GOST 31663-2012. To determine the fatty acid composition, Chromos GKh-1000 gas chromatograph (LLC Chromos, Russia) and CP – Sil 88 for FAME 100m×0.25mm×0.2µm column (Agilent Technologies, USA) have been used. The obtained data have been calculated by using the method of internal normalization in the Chromos program. The identification characteristics of the butter fatty phase have been determined according to GOST 32261-2013. Organoleptic characteristics of the butter samples have been evaluated according to GOST 33632-2015 by blind tasting. The results of the work have revealed that using 750 g-1000 g of the Astaxanthin biocomplex per 1000 kg of the finished butter product contributes to a change in its taste qualities, as well as the composition of the butter fatty phase, enriching it with unsaturated fatty acids. The differences in the fatty acid content of the studied butter samples indicate that using the Astaxanthin biocomplex and flavor components of oceanic origin favorably adjust the composition of the butter fatty phase, without affecting the assessment of its authenticity.

[Молочнохозяйственный вестник, 2024, № 4 (56)]

с. 258-270

Табл. 7. Библ. 14.

### **Разработка молочного продукта с ягодным компонентом**

М.П. Щетинин, И.Ю. Тармаева, Е.М. Щетинина, Некоммерческое образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Международная промышленная академия», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

### **Development of a dairy product with a berry ingredient**

Shchetinin M. P.

m\_p\_sh1953@mail.ru

Shchetinina E. M.

schetinina2014@bk.ru

Tarmaeva I. Yu.

tarmaeva@ion.ru

**Ключевые слова:** молочная промышленность, специализированный молочный продукт, здоровьесбережение, йогурт, голубика, морошка, поликомпонентный продукт.

**Keywords:** dairy industry, specialized dairy product, health protection, yogurt, blueberry, cloudberry, multicomponent product.

### **Реферат**

Большая часть традиционных продуктов не соответствует положениям «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации», так как в их составе отсутствуют некоторые компоненты, необходимые для обеспечения организма белками, жирами, углеводами, микроэлементами и другими веществами в достаточном количестве и оптимальном соотношении. Следует отметить, что среда обитания современного человека за последние десятилетия существенно изменилась, и это в свою очередь привело к снижению его энергозатрат. При этом совершенно логичным следствием сложившейся ситуации является снижение потребления пищи и появление в человеческом организме дефицита незаменимых микронутриентов. Таким образом, на первый план выдвигается задача создания продуктов здорового питания, обогащенных незаменимыми компонентами, повышающими пищевую и биологическую ценность пищи. Целью работы является создание поликомпонентного кисломолочного

продукта с использованием отечественного ягодного сырья. Ассортимент отечественных специализированных продуктов питания ограничен, нуждается в значительном расширении и должен формироваться для каждой группы населения отдельно. Одним из перспективных направлений разработки таких продуктов питания является использование при их производстве сырьевых компонентов, отвечающих требованиям науки о здоровом питании. К ним, безусловно, можно отнести молоко различных сельскохозяйственных животных, злаковые и плодово-ягодное сырье. Среди них особо следует выделить морошку и голубику. В статье приведены исследования физико-химических показателей ягод морошки и голубики, описана технология приготовления ягодного компонента на их основе. Подобрана рациональная комбинация для его приготовления. Приведены результаты разработки технологии производства йогурта с ягодным компонентом, изучены его органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

### **Summary**

Most traditional products do not meet the requirements of the «State Policy Concept in Healthy Nutrition of Population in the Russian Federation», since they lack some components necessary for providing the body with proteins, fats, carbohydrates, microelements and other substances in sufficient amounts and optimal proportions. It should be noted, that the living environment of a modern man has changed significantly over the past decade, resulting in the energy cost reduction, in turn. At the same time, a completely logical consequence of the current situation is a decreased food consumption and a deficiency of essential micronutrients in the human body. Thus, the task of developing healthy food products enriched with essential ingredients that increase the nutritional and biological value of food are prioritized. The aim of the work is to create a multicomponent fermented milk product with domestic berries. The range of domestic specialized food products is limited; it needs to be significantly expanded and to be formed for each population group separately. One of the promising areas in the development of such food products is the use of raw materials in their manufacture that meet the requirements of healthy nutrition science. These certainly include milk from various farm animals, cereals as well as fruit and berry raw material. Among them, cloudbberries and blueberries should be especially highlighted. The work observes studies of the physicochemical properties of cloudbberries and blueberries, and describes the technology for preparing a berry ingredient based on them. A combination for preparing a berry ingredient is worked out. The research presents technology for producing yoghurt with a berry ingredient and analyses its organoleptic, physicochemical and microbiological properties.

# 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](http://molochnoe.ru/journal/ru/atricle_structure)

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят институт рецензирования, по результатам которого принимается решение о целесообразно-

сти опубликования представленных материалов.

Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в журнале размещены на сайте: [http://molochnoe.ru/journal/ru/publication\\_rules](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](mailto: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.