

*Традиции,*

*Кареembe,*

*Genex*

№3 (47), III кв. 2022

<http://molochnoe.ru/journal>

# МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ВЕСТНИК

ISSN 2225-4269

## **Читайте в номере:**

Продуктивные и племенные качества коров черно-пестрой породы разных линий

Генетическое разнообразие в популяциях кур русская белая, пушкинская и корниш на основе анализа гомозиготных районов

Разработка рецептуры пасты сливочной с соблюдением макронутриентного баланса

## 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

№3 (47), 2022

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 ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (г. Москва)

**Дарр Дитрих**, доктор наук, профессор агробизнеса, Университет прикладных наук Рейн-Ваал (Германия, г. Клеве)

**Карасев Евгений Анатольевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (г. Москва)

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

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

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

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

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

**Харитонов Владимир Дмитриевич**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва)

**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

**Налиухин Алексей Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

**Новикова Татьяна Валентиновна**, доктор ветеринарных наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологий, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

**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. Свидетельство о регистрации средства массовой информации 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

№3 (47), 2022

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)

**Darr Dietrich**, PhD, Professor of Agribusiness, University of Applied Sciences Rhine-Waal (Germany, Kleve)

**Karasev Evgeny Anatolyevich**, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Professor of the Special Animal Husbandry Department, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow)

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

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

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

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

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

**Kharitonov Vladimir Dmitrievich**, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the chief researcher, the Federal State Budgetary Research Institution the All-Russian Research Institute of Dairy Industry (Moscow)

**Choijilsuren 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

**Naliuhin Aleksei Nikolaevich**, Doctor of Sciences (Agriculture), Associate 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

**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

**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

## Contents

**Баруздина Е. С.** Изменения параметров системы гемостаза у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством .....10

**Baruzdina E. S.** The changes in the parameters of the hemostasis system in dogs older than 8 years due to surgery ..... 23

**Бильков В. А., Бургомистрова О. Н.** Продуктивные и племенные качества коров черно-пестрой породы разных линий .....24

**Bilkov V. A., Burgomistrova O. N.** Productive and breeding qualities of black-and-white cows of different lines.....37

**Богатырева Е. В., Фоменко П. А., Мазилев Е. А.** Содержание структурных углеводов в заготовленных кормах Вологодской области .....39

**Bogatyрева E. V., Fomenko P. A. Mazilov E. A.** Content of structural carbohydrates in feeds made in the vologda region .....54

**Гущина В. А., Лыкова А. С.** Продуктивность горчицы белой в лесостепной зоне Среднего Поволжья .....55

**Gushchina V. A., Lykova A. S.** Productivity of white mustard in the forest-steppe zone Middle Volga Region .....67

**Елисеев С. Л., Ренёв Е. А., Бояршинова Е. В.** Влияние приёмов уборки на урожайность, биохимический состав семян и масла льна масличного .....68

**Eliseev S. L., Renev E. A., Boyarshinova E. V.** Effect of harvesting techniques on yield, biochemical composition of seeds and oilseed oil ...81

**Иванова Д. А.** Влияние сезона года на качественные показатели молока коров в Вологодской области за 2019–2021 годы .....82

**Ivanova D. A.** Influence of Year Season on Quality Indicators of Cows' Milk in Vologda Region for 2019-2021 .....89

**Иванова И. П.** Межпородное скрещивание как метод повышения молочной продуктивности коров .....91

**Ivanova I. P.** Interbreeding as a method for increasing cows' milk productivity .....103

**Малхасян А. Б., Соловьева М. В., Петрова О. Г., Романов П. В.** Влияние гуминовых препаратов на формирование урожая и качество белокочанной капусты .....104

**Malkhasyan A. B., Solov'yeva M. V., Petrova O. G., Romanov P. V.** Humic preparation effect on white cabbage crop formation and product quality .....118

**Пичугина О. А., Овчинников Д. К., Авдеев Д. Б., Гречко В. В.** Морфологическая характеристика патологических изменений почек при мочекаменной болезни у морской свинки – *Mus porcellus* (клинический случай).....120

**Pichugina O. A., Ovchinnikov D. K., Avdeev D. B., Grechko V. V.** Morphological Characteristics of Pathological Kidney Changes in Urolithiasis of Guinea Pig - *Mus Porcellus* (Clinical Case).....129

**Рейнбах Н. Р., Вахрамеев А. Б., Рябова А. Е., Макарова А. В., Федорова З. Л.** Генетическое разнообразие в популяциях кур русская белая, пушкинская и корниш на основе анализа гомозиготных районов.....131

**Reinbah N. R., Vakhrameev A. B., Ryabova A. E., Makarova A. V., Fedorova Z. L.** Genetic diversity in populations of Russian White, Pushkin and Cornish chickens based on the basic of homozygous areas analysis....143

**Чухина О.В., Власова О.А., Науменко А.А., Розова М.А., Прохоров Д.А.** Продуктивность культур севооборота, вынос элементов питания и оплата удобрений при применении их и гумата.....145

**Chukhina O.V., Vlasova O.A., Nikitina L. V., Naumenko A.A., Rozova M.A., Prokhorov D.A.** Productivity of crop in rotation, removal of nutrition compounds and payment for fertilizers when using them and humate...160

**Чухина О.В., Шихова О.А., Власова О.А., Никитина Л.В., Козлов А.А., Башкин Н.И.** Моделирование зависимости продуктивности культур севооборота от гидротермического коэффициента, доз удобрений, содержания подвижных форм фосфора и калия в почве ....162

**Chukhina O.V., Shikhova O.A., Vlasova O.A., Nikitina L.V., Kozlov A.A., Bashkin N.I.** Modeling the dependence of cropping productivity on the hydrothermal coefficient, fertilizers doses, content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil .....174

**Абабкова А. А., Матвеева Н. О., Новокшанова А. Л.** Технологическая совместимость молочного и растительного сырья при создании напитка, заменяющего кофе .....176

**Ababkova A. A., Novokshanova A. L., Matveyeva N. O.** Technological compatibility of dairy and vegetable raw materials in the creation of a drink replacing coffee .....187

**Базылев М.В., Минаков В.Н., Левкин Е.А., Линьков В. В.** Промышленное сыроделие Беларуси. Предприятие СООО «Белсыр» .....188

**Vazylev M. V., Minakov V. N., Levkin E. A., Linkov V. V.** Industrial cheese-making of belarus. Enterprise jllc «Belsyr» .....204

|  |     |
|--|-----|
| <b>Новокшанова А. Л., Матвеева Н.О.</b> Разработка рецептуры пасты сливочной с соблюдением макронутриентного баланса .....         | 205 |
| <b>Novokshanova A. L., Matveyeva N. O.</b> Development of a creamy pasta recipe with the observance of macronutrient balance ..... | 217 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Рефераты</b><br><b>Summaries</b> ..... | 218 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <b>Требования к оформлению статей журнала</b><br><b>«Молочнохозяйственный вестник»</b> ..... | 255 |
|--|-----|

# ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА У СОБАК СТАРШЕ 8 ЛЕТ В СВЯЗИ С ХИРУРГИЧЕСКИМ ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ

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

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

**Ключевые слова:** система гемостаза, пожилые собаки, хирургическое вмешательство, агрегация тромбоцитов, коагуляционный гемостаз.

## Аннотация

Выявлены изменения параметров системы гемостаза у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством. Сравнение проводили с контрольной группой половозрелых собак. В группе стареющих собак после операции уменьшается количество тромбоцитов с увеличением среднего объема и понижением тромбокрита, повышается суммирующий индекс агрегации с коллагеном и уменьшаются индексы дезагрегации с АДФ и коллагеном, понижается активность антитромбина, что способствует повышению концентрации тромбина, которое сопровождается укорочением ТВ и увеличением РФМК и фибриногена. Сокращение ПВ и АЧТВ в комплексе со всем вышеперечисленным дают основания предполагать наличие гиперкоагуляционного состояния у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством.

## Введение

Старение – это сложный процесс биологического характера, который приводит к постепенному снижению способностей организма поддерживать гомеостаз. Однако сама старость – это не болезнь, а скорее необратимая и постепенная потеря функциональных и резервных возможностей органов и систем, которая приводит к прогрессирующему снижению способности справляться со стрессами – физиологическими или обусловленными окружающей средой. Возрастные изменения,

гемостаза.

У пожилых собак старше восьми лет наблюдается незначительное повышение агрегационных свойств тромбоцитов и эндотелия сосудов, что проявляется повышением скорости агрегации с ристомидином.

При этом достоверно установлено образование более устойчивых агрегатов под действием коллагена, что является следствием понижения активности противосвертывающей системы.

В плазме крови собак с возрастом повышается концентрация фибриногена, в связи с этим укорачивается тромбиновое время и увеличивается концентрация РФМК.

Повышение свертывающих свойств крови пожилых собак, вместе с понижением противосвертывающей активности, вполне вероятно, может повышать риск гиперкоагуляционных состояний [1].

Хирургическое вмешательство является сильным стрессовым фактором для организма, при этом оно связано с повреждением тканей и кровеносных сосудов, что не может не приводить к соответствующим изменениям в системе гемостаза [2–6]. Однако большинство исследований системы гемостаза у собак проводились при вынужденном оперативном вмешательстве, то есть при наличии какой-либо дооперационной патологии у животного [7, 8, 9], что не могло не оказывать влияния на результат исследования. Проведение исследования на клинически здоровых животных, на наш взгляд, повышает достоверность результатов, так как в этом случае исключается действие сопутствующих патологий на такую тонкую структуру организма, как система гемостаза.

Поэтому целью нашего исследования стало выявление изменений параметров системы гемостаза у здоровых собак старше 8 лет после хирургического вмешательства.

#### Материалы и методы

Исследование проводили в два этапа. На первом этапе исследований определили показатели гемостаза у клинически здоровых собак в двух возрастных контрольных группах. В первую группу включили половозрелых собак в возрасте от 1 до 8 лет (n=20 собак, 10 сук и 10 кобелей); во вторую группу – пожилых животных в возрасте от 8 до 16 лет (n=12 собак, 6 сук и 6 кобелей). На втором этапе произвели клиническую оценку изменений в системе гемостаза у здоровых собак, возникающих при плановых хирургических операциях, в двух опытных группах. В первую опытную группу включили половозрелых собак в возрасте от 1 до 8 лет (n=12 собак, 6 сук и 6 кобелей); во вторую – стареющих собак в возрасте от 8 до 13 лет (n=10 собак, 5 сук и 5 кобелей). У собак опытных групп взяли кровь на морфологическое, общеклиническое и гемостазиологическое исследование до хирургического вмешательства.

Повторно кровь у собак опытных групп брали непосредственно после окончания хирургических манипуляций.

К участию в опыте допускались только клинически здоровые животные, не имеющие отклонений в параметрах морфологического и общего исследований крови.

Все оперируемые собаки в качестве вводного наркоза получали препарат пропофол в дозе 2-4 мг/кг и золетил в дозе 1-2 мг/кг внутривенно, титруя до эффекта, начиная с 1/8 дозы. Поддерживали с помощью пропофола в дозе 6-8 мг/кг и золетила в дозе 4 мг/кг в/в. В качестве премедикации использовали атропин 0,03 мг/кг внутримышечно и пипольфен в дозе 1,0 мл/кг внутривенно или внутримышечно. Основные показатели жизнедеятельности у оперируемых собак отслеживали с помощью ветеринарного монитора IM-10 Zoomed.

Для морфологического и общеклинического исследования крови использовали вакуумные пластиковые пробирки с ЭДТА. Подсчет форменных элементов крови, определение уровня тромбокрита (PCT) и среднего объема тромбоцита (MPV), количество гемоглобина (HGB, Hb) и гематокрита (HCT) производили с помощью автоматического гематологического анализатора Exigo 17. Однако при подсчете тромбоцитов с наличием атипичных форм и тромбоцитарных агрегатов, а также у кошек, автоматические счетчики могут давать искаженную информацию [10–17], поэтому каждый результат перепроверяли вручную. Количество тромбоцитов и лейкоцитарную формулу подсчитывали в мазке крови, окрашенной по Романовскому – Гимзе. Фотоизображения тромбоцитов получали с помощью цифровой фотокамеры Canon Power Shot SX100 IS.

Кровь для гемостазиологического исследования брали в вакуумные пластиковые пробирки, содержащие 3,8%-ный раствор цитрата натрия. Адгезивно-агрегационную активность тромбоцитов определяли количественным методом с применением фотоэлектроколориметра (ФЭК) КФК-2 по Howard M. A. Определяли суммирующий индекс агрегации тромбоцитов (СИАТ), скорость агрегации (СА) и индекс дезагрегации тромбоцитов (ИДТ) с индукторами агрегации – АДФ (концентрация 0,1 мг/мл), коллагеном (концентрация 20 мг/мл) и ристомицином (концентрация 15 мг/мл).

Параметры плазменно-коагуляционного гемостаза определяли на коагулометре Thrombostat производства Behnk Elektronik (Германия) с использованием цитратной бестромбоцитной плазмы после добавления различных реактивов производства фирмы «Технология-Стандарт» и НПО «РЕНАМ».

Полученные в ходе исследования результаты обрабатывались с помощью программного пакета Statistica 6.1. Значения полученных ре-

зультатов в работе представлены в виде средней величины и стандартной ошибки средней ( $M \pm m$ ). Сравнение между собой данных проводилось с применением критерия Вилкоксона для зависимых групп. Уровень значимости устанавливался равным 0,05.

Результаты исследования

У всех исследуемых собак после хирургического вмешательства изменились показатели красной крови (табл. 1). Количество эритроцитов после операции достоверно стало меньше, как в группе половозрелых собак ( $p = 0,007$ ), так и в группе стареющих собак ( $p = 0,006$ ). Соответственно, регистрировали понижение гематокрита в группе половозрелых ( $p = 0,04$ ) и в группе стареющих собак ( $p = 0,037$ ).

Таблица 1 – Морфология крови у собак опытных групп до и после операции ( $M \pm m$ )

| Показатель,<br>единицы<br>измерения  | Половозрелые собаки, n = 12 |                      | Стареющие собаки,<br>n = 10 |                   |
|--|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
|  | до операции                 | после<br>операции    | до операции                 | после<br>операции |
| Количество эритроцитов, $\times 10^{12}/л$                                 | $7,30 \pm 0,35$             | $5,60 \pm 0,33^*$    | $6,9 \pm 0,15$              | $5 \pm 0,24^*$    |
| Гематокрит, %  | $0,48 \pm 0,01$             | $0,39 \pm 0,02^*$    | $0,41 \pm 0,05$             | $0,31 \pm 0,07^*$ |
| Количество тромбоцитов, $\times 10^9/л$                                    | $402,78 \pm 18,22$          | $351,64 \pm 17,82^*$ | $394,21 \pm 20,29$          | $315,3 \pm 60^*$  |
| Средний объем тромбоцитов, fl  | $7,9 \pm 0,30$              | $12,01 \pm 0,26^*$   | $8,3 \pm 0,12$              | $13,5 \pm 2,7^*$  |
| Тромбокрит, %  | $0,40 \pm 0,02$             | $0,36 \pm 0,04$      | $0,45 \pm 0,03$             | $0,35 \pm 0,06^*$ |
| * Различия до и после операции статистически достоверны ( $p \leq 0,05$ ). |                             |                      |                             |                   |

Наблюдалось статистически значимое понижение количества тромбоцитов в обеих опытных группах, ( $p = 0,034$  в группе половозрелых и  $p = 0,015$  в группе стареющих собак), но количество крупных, активированных тромбоцитов стало выше, что подтверждают результаты морфологического исследования (рис. 1).

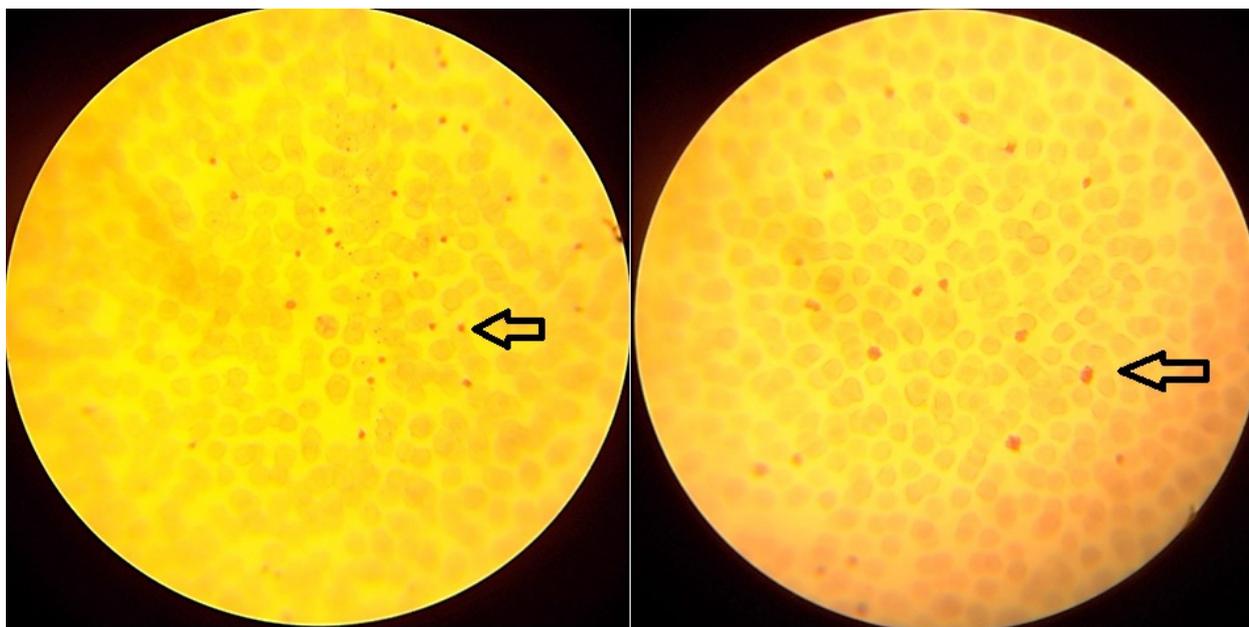


Рисунок 1 - Тромбоциты в мазке крови собаки до операции (слева) и после операции (справа). Окраска по Романовскому - Гимзе. Увеличение: окуляр x10, объектив x100

Средний объем тромбоцитов увеличился как у половозрелых ( $p = 0,0012$ ), так и у стареющих собак ( $p = 0,017$ ), а тромбоцит достоверно уменьшился только в группе стареющих собак ( $p = 0,023$ ).

В опытной группе половозрелых собак суммирующий индекс агрегации со всеми индукторами, а особенно с ристомидином, после операции был несколько выше, чем до операции, но статистической достоверности эти различия не имели, как и скорость агрегации с АДФ, коллагеном и ристомидином (табл. 2).

Таблица 2 – Тромбоцитарный гемостаз у собак опытных групп до и после операции, М ± m

| Показатель, единицы измерения                                       | Половозрелые собаки, n = 12 |                | Стареющие собаки, n = 10 |                |
|---|-----------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
|   | до операции                 | после операции | до операции              | после операции |
| Агрегация с АДФ   |                             |                |                          |                |
| СИАТ, %   | 81,08 ± 6,92                | 88,75 ± 10,49  | 99,12 ± 11,07            | 120 ± 15,11    |
| СА, мин   | 0,02 ± 0,005                | 0,01 ± 0,002   | 0,01 ± 0,003             | 0,015 ± 0,003  |
| ИДТ, %  | 3,94 ± 0,86*                | 1,05 ± 0,37*   | 4,1 ± 1,2                | 0,1 ± 0,07*    |
| Агрегация с коллагеном  |                             |                |                          |                |
| СИАТ, %   | 84,10 ± 9,89                | 90,96 ± 9,28   | 101,3 ± 15,7             | 140,5 ± 10,7*  |
| СА, мин   | 0,008 ± 0,003               | 0,008 ± 0,002  | 0,02 ± 0,003             | 0,013 ± 0,005  |
| ИДТ, %  | 4,33 ± 0,87*                | 1,11 ± 0,40*   | 3,61 ± 1,04              | 1,2 ± 0,04*    |
| Агрегация с ристомидином  |                             |                |                          |                |
| СИАТ, %   | 76,85 ± 8,61                | 104,56 ± 11,78 | 91,3 ± 15,01             | 133,13 ± 10,5  |
| СА, мин   | 0,007 ± 0,002               | 0,008 ± 0,003  | 0,03 ± 0,001             | 0,015 ± 0,001* |
| ИДТ, %  | 4,68 ± 1,21*                | 1,44 ± 0,47*   | 1,98 ± 0,64              | 0,93 ± 0,32    |
| * Различия до и после операции статистически достоверны (p ≤ 0,05). |                             |                |                          |                |

В группе стареющих собак статистически достоверно вырос суммирующий индекс агрегации под действием коллагена (p = 0,021), но при этом замедлилась скорость агрегации под действием ристомидина (p = 0,018).

Индекс дезагрегации тромбоцитов в группе половозрелых собак достоверно уменьшился (при индукции АДФ p = 0,018, под действием коллагена p = 0,009, при ристомидин-индуцированной агрегации p = 0,049, рис. 2).

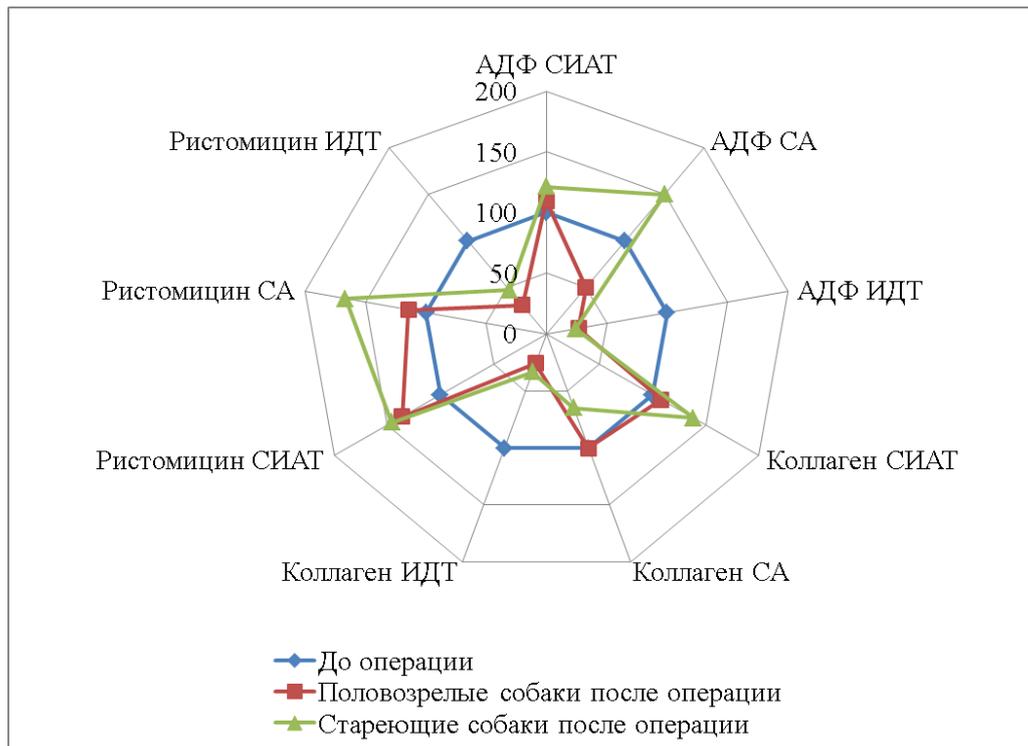


Рисунок 2 - Сравнение изменений адгезивно-агрегационной способности тромбоцитов собак опытных групп разного возраста после хирургического вмешательства. Показатели групп до операции приняты за 100%.

В группе стареющих собак индекс дезагрегации под действием ристомицина был очень низким до операции и его изменения не были статистически значимы, но произошло достоверное уменьшение индексов дезагрегации с АДФ ( $p = 0,04$ ) и коллагеном ( $p = 0,037$ ).

Вероятно, образующиеся вследствие хирургической травмы агрегаты более устойчивы, чем до операции, что, возможно, связано со снижением активности антитромбина (табл. 3) в группе половозрелых собак ( $p = 0,022$ ), и, особенно, в группе стареющих собак ( $p = 0,003$ ).

Вместе со снижением противосвертывающих свойств крови у половозрелых собак после операции наблюдается достоверное повышение уровня фибриногена ( $p = 0,012$ ) и РФМК ( $p = 0,004$ ), при этом повышение ТВ, ПВ и АЧТВ не было статистически достоверно.

Таблица 3 – Параметры плазменного гемостаза и противосвертывающей системы у собак опытных групп до и после операции, М ± m

| Показатель,<br>единицы<br>измерения | Половозрелые собаки, n = 12 |                | Стареющие собаки, n = 10 |                |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
|                                     | до операции                 | после операции | до операции              | после операции |
| ПВ, с                               | 11,37 ± 0,38                | 10,92 ± 0,40   | 12,1 ± 0,35              | 8,1 ± 1,01*    |
| ТВ, с                               | 12,07 ± 0,48                | 10,94 ± 0,49   | 11,28 ± 0,51             | 9,36 ± 0,55*   |
| Кол-во фибриногена г/л              | 2,06 ± 0,16                 | 3,63 ± 0,32*   | 3,14 ± 0,16              | 5,24 ± 1,01*   |
| АЧТВ, с                             | 14,04 ± 0,47                | 13,13 ± 0,36   | 13,9 ± 0,51              | 10,87 ± 2,21*  |
| Кол-во РФМК, мг/100 мл              | 4,20 ± 0,27                 | 7,33 ± 0,55*   | 8,20 ± 0,43              | 12,4 ± 1,03*   |
| Активность АТ III, %                | 128,67 ± 2,88               | 115,00 ± 2,45* | 125,31 ± 5,62            | 96,3 ± 15,1*   |

\* Различия до и после операции статистически достоверны (p ≤ 0,05).

В группе стареющих собак после операции произошли существенные изменения в параметрах плазменного гемостаза (рис. 3).

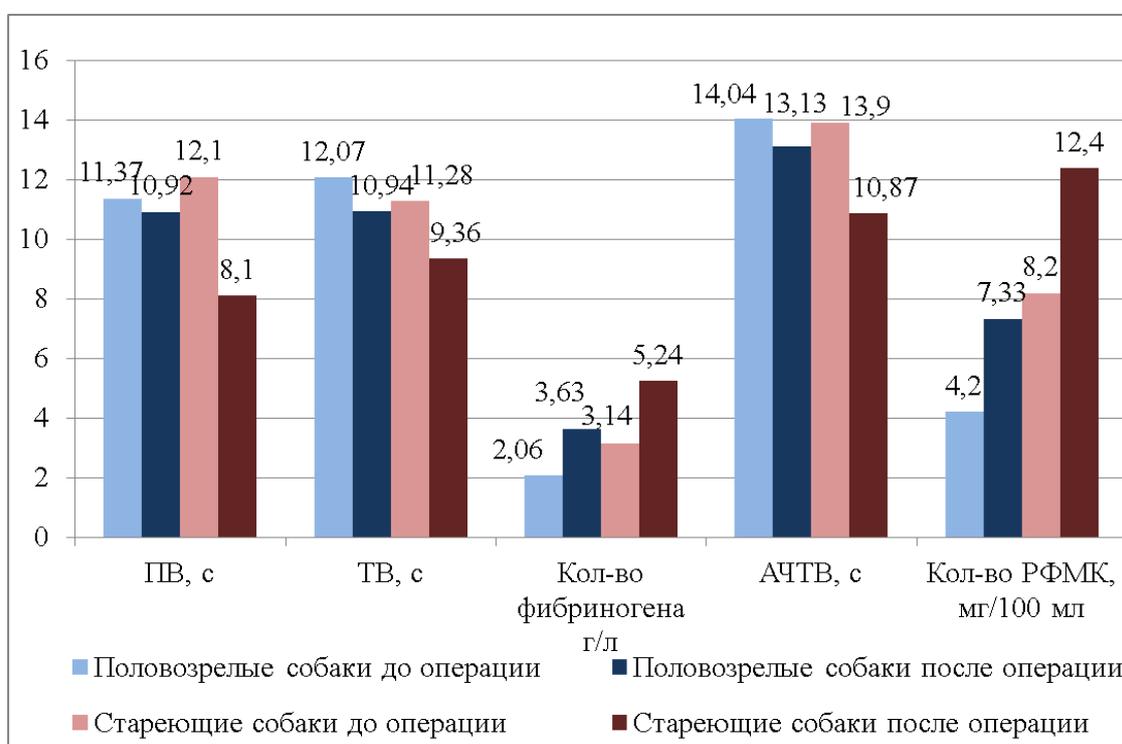


Рисунок 3 - Изменение параметров плазменного гемостаза у собак опытных групп в результате хирургического вмешательства

Зарегистрировано укорочение протромбинового времени ( $p = 0,001$ ), вышедшее за пределы референсных значений (10,5 – 12,5 с), тромбинового времени ( $p = 0,009$ ), активированного тромбoplastинового времени ( $p = 0,035$ ). Количество фибриногена ( $p = 0,023$ ) также превысило нормативные значения (до 4 г/л), при этом увеличилась и концентрация растворимых фибрин-мономерных комплексов ( $p = 0,0015$ ).

#### Обсуждение и выводы

В результате хирургического вмешательства у всех животных, включенных в опытные группы, происходят изменения в системе гемостаза. Понижается количество эритроцитов и гематокрит. Из поврежденных тканей высвобождается тканевой тромбoplastин, играющий важную роль в образовании тромбина. При этом тромбин активирует тромбоциты, которые несут на своей мембране тромбoplastин и специфические рецепторы к большинству факторов свертывания крови. Также тромбоциты секретируют содержимое тромбoplastинных гранул, значительно увеличивая местную концентрацию прокоагулянтов. В кровяное русло поступают многочисленные активаторы тромбoplastинной функции, которые рекрутируют из тока крови новые тромбоциты [2, 18, 19, 20], что приводит к понижению количества тромбоцитов в периферической крови.

У половозрелых собак понижается количество эритроцитов и гемоглобина, уменьшается количество тромбоцитов и незначительно растет их средний объем, при этом уменьшается дезагрегация тромбоцитов вместе с небольшим понижением активности антитромбина и повышением фибриногена и РФМК, не выходящими за пределы референсных значений.

В группе стареющих собак после операции наблюдаются более существенные изменения: также понижаются параметры красной крови, уменьшается количество тромбоцитов с увеличением среднего объема и понижением тромбокрит. Вместе с этим повышается суммирующий индекс агрегации с коллагеном и уменьшаются индексы дезагрегации с АДФ и коллагеном, что говорит о существенном повышении агрегационных свойств тромбоцитов. Значительное понижение активности антитромбина (инактиватора тромбина), способствует повышению концентрации тромбина, сопровождаемое укорочением ТВ и увеличением РФМК и фибриногена в группе стареющих собак после оперативного вмешательства. Сокращение ПВ и АЧТВ в комплексе со всем вышеперечисленным дают основания предполагать наличие гиперкоагуляционного состояния.

**Литература:**

1. Баруздина, Е.С. Особенности функционирования системы гемостаза у здоровых собак в пожилом возрасте / Е.С. Баруздина, Ю.Л. Ошуркова // Ветеринарная патология. – 2016. – № 1 (55). – С. 69–75.
2. Баруздина, Е.С. Информативность показателей системы гемостаза у собак при хирургических операциях / Е.С. Баруздина // Международный вестник ветеринарии. – 2016. – №3. – С. 107–110.
3. Lara-Garci´a, A. Postoperative Bleeding in Retired Racing Greyhounds / A. Lara-Garci´a, C.G. Couto, M.C. Iazbik, M.B. Brooks // J Vet Intern Med. – 2008. – 22. – P. 525–533.
4. Millis, D.L. Preoperative and postoperative hemostatic profiles of dogs undergoing ovariohysterectomy / D.L. Millis, J.G. Hauptman, M. Richter // Cornell Vet. – 1992. – 82(4). – P. 465-470.
5. Swank, R. Platelet aggregation: its role and cause in surgical shock / R. Swank // Journal of Trauma, Injury, Infection & Critical Care. – 1968. – 8(5). – P. 872-879.
6. Vlaín, M. Disseminated Intravascular Coagulopathy of the Dog / M. Vlaín, P. Rauer, T. Fichtel, J. Novotn // Acta Vet. Brno. – 2004. – 73. – P. 497–505.
7. Данильченко, С.И. Гемостаз при абдоминальной хирургической патологии у животных и при гнойном перитоните у собак: автореф. дис. .... канд. вет. наук / С.И. Данильченко. – Белая Церковь, 2007. – 22 с.
8. Рубленко, М.В. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз у собак при операциях на кишечнике и его коррекция ацелизином / М.В. Рубленко, С.В. Рубленко, В.Г. Андриец // Актуальные проблемы ветеринарной хирургии: мат-лы междунар. науч. конф. – Ульяновск: ГСХА, 2011. – С. 251–258.
9. Uhrikova, I. Disseminated intravascular coagulation in dogs with gastric dilatation-volvulus syndrome / I. Uhrikova, K. Machackova, L. Rauserova-Lexmaulova, K. Rehakova, J. Doubek // Veterinarni Medicina. – 2013 (11). – 58. – P. 587–590.
10. Brooks, M. Management of Canine Von Willebrand’s Disease/ M. Brooks// Problems in Veterinary Medicine. – 1992. – 4 (4). – P. 636–646.
11. Forsythe, L.T. Evaluating oral mucosa bleeding times in healthy dogs using a spring-loaded device / L.T. Forsythe, S.E. Willis // Can Vet J. – 1989. – 30. – P. 344–345.
12. Hackner, S.G. Approach to the diagnosis of bleeding disorders/ S.G. Hackner // Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. – 1995. – 17. – P. 331–349.
13. Mischke, R. H. Laboratory evaluation and interpretation of haemostasis in small animals / R.H. Mischke // EJCAP. – 2015. – 25 (2). –

P. 42–56.

14. Niemann, N. I. A method for measuring capillary bleeding time in non-anaesthetized dogs: prolongation of the bleeding time by acetylsalicylic acid / N. I Niemann, S.K. Bowry, K. Failing, G. Muller-Berghaus // Zentralbl. Veterinarmed A. – 1997. – 44. – P. 625–628.

15. Pijnappels, M. Evaluation of the cuticle bleeding time in canine haemophilia A / M. Pijnappels, E. Briët, G.T. van der Zwet, R. Huisden, N.H. van Tilburg, F. Eulderink // Canadian Veterinary Journal. – 1989. – P. 344–345.

16. Smart, L. Assessing platelet function in clinical medicine / L. Smart // ACVSc College Science Week 26. – Anaesthesia, Emergency and Critical Care Chapter. – 2010.

17. Swanson, K.S. Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs / K.S. Swanson, K.N. Kuzmuk, L.B. Schook, G.C. Fahey // J Anim Sci. – 2004. – 82. – P. 1713–1724.

18. Долгов, В.В. Лабораторная диагностика нарушений гемостаза / В.В. Долгов, П.В. Свиринов. – М.: Триада, 2005. – 223 с.

19. Джексон, М. Ветеринарная клиническая патология: пер. с англ. / М. Джексон. – М.: Аквариум, 2009. – 384 с.

20. Зиадетдинова, Г.А. Распознавание диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови (ДВС) у мелких домашних животных / Г.А. Зиадетдинова // Материалы X Международного ветеринарного конгресса. – М., 2002. – 11-13 апреля. – С. 211-212.

## References:

1. Baruzdina E.S. Osobennosti funkcionirovaniya sistemy gemostaza u zdorovyh sobak v pozhilom vozraste. [Features of the functioning of the hemostasis system in healthy dogs in old age]. Veterinarnaya patologiya. [Veterinary pathology], 2016, no. 1 (55), pp. 69–75. (in Russian)

2. Baruzdina E.S. Informativnost' pokazatelej sistemy gemostaza u sobak pri hirurgicheskikh operatsiyah. [Informativeness of indicators of the hemostasis system in dogs during surgical operations]. Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. [International Veterinary Bulletin], 2016, no. 3, pp. 107–110. (in Russian)

3. Lara-Garci'a, A. Postoperative Bleeding in Retired Racing Greyhounds/ A. Lara-Garci'a, C.G. Couto, M.C. Iazbik, M.B. Brooks// J Vet Intern Med. – 2008. – 22. – P. 525–533.

4. Millis, D.L. Preoperative and postoperative hemostatic profiles of dogs undergoing ovariohysterectomy / D.L. Millis, J.G. Hauptman, M.

Richter // Cornell Vet. – 1992. – 82 (4). – P. 465–470.

5. Swank, R. Platelet aggregation: its role and cause in surgical shock / R. Swank // Journal of Trauma, Injury, Infection & Critical Care. – 1968. – 8 (5). – P. 872–879.

6. Vlaín, M. Disseminated Intravascular Coagulopathy of the Dog/ M. Vlaín, P. Rauer, T. Fichtel, J. Novotn // Acta Vet. Brno. – 2004. – 73. – P. 497–505.

7. Danilchenko, S.I. Gemostaz pri abdominal'noj hirurgicheskoy patologii u zhivotnyh i pri gnojnom peritonite u sobak. Avtoref. dis.... kand. vet. nauk. – Belaya Cerkov'. [Hemostasis in abdominal surgical pathology in animals and in purulent peritonitis in dogs. Abstract of the thesis. Dis. ... cand. vet. sciences. – Belaya Tserkov], 2007. P. 22. (in Russian)

8. Rublenko M.V. and others. Sosudisto – trombotičarnyj gemostaz u sobak pri operacijah na kishechnike i ego korrekciya acelizinom. [Vascular-platelet hemostasis in dogs during operations on the intestines and its correction with acelysin]. Aktual'nye problemy veterinarnoj hirurgii. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. [Actual problems of veterinary surgery. Proceedings of the international scientific conference], Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2011, pp. 251-258. (in Russian)

9. Uhrikova, I. Disseminated intravascular coagulation in dogs with gastric dilatation-volvulus syndrome/ I. Uhrikova, K. Machackova, L. Rauserova-Lexmaulova, K. Rehakova, J. Doubek // Veterinarni Medicina. – 2013 (11). – 58. – P. 587–590.

10. Brooks, M. Management of Canine Von Willebrand's Disease/ M. Brooks// Problems in Veterinary Medicine. – 1992. – 4 (4). – P. 636–646.

11. Forsythe, L.T. Evaluating oral mucosa bleeding times in healthy dogs using a spring-loaded device / L.T. Forsythe, S.E. Willis // Can Vet J. – 1989. – 30. – P. 344–345.

12. Hackner, S.G. Approach to the diagnosis of bleeding disorders / S.G. Hackner // Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. – 1995. – 17. – P. 331–349.

13. Mischke, R.H. Laboratory evaluation and interpretation of haemostasis in small animals / R. H. Mischke // EJCAP. – 2015. – 25(2). – P. 42–56.

14. Niemann, N. I. A method for measuring capillary bleeding time in non-anaesthetized dogs: prolongation of the bleeding time by acetylsalicylic acid / N. I Niemann, S.K. Bowry, K. Failing, G. Muller-Berghaus // Zentralbl. Veterinarmed A. – 1997. - 44. – P. 625–628.

15. Pijnappels, M. Evaluation of the cuticle bleeding time in canine haemophilia A / M. Pijnappels, E. Briët, G.T. van der Zwet, R. Huisden, N.H. van Tilburg, F. Eulderink // Canadian Veterinary Journal. – 1989. – P. 344–345.

16. Smart, L. Assessing platelet function in clinical medicine / L. Smart // ACVSc College Science Week 26., - Anaesthesia, Emergency and Critical Care Chapter. – 2010.

17. Swanson, K.S. Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs/ K. S. Swanson, K.N. Kuzmuk, L.B. Schook, G.C. Fahey// J Anim Sci. – 2004. – 82. – P. 1713-1724.

18. Dolgov, V.V., Svirin, P.V. Laboratornaya diagnostika narushenij gemostaza. [Laboratory diagnostics of hemostasis disorders]. M.: LLC Publishing house "Triada", 2005, 223 p. (in Russian)

19. Jackson, M. Veterinarnaya klinicheskaya patologiya. [Veterinary clinical pathology]. M.: Aquarium, 2009, 384 p. (in Russian)

20. Ziadetdinova, G.A. Raspoznavanie disseminirovannogo vnutrisosudistogo svertyvaniya krovi (DVS) u melkih domashnih zhivotnyh. [Recognition of disseminated intravascular coagulation (DIC) in small domestic animals]. Materialy X Mezhdunarodnogo veterinarnogo kongressa. [Proceedings of the X International Veterinary Congress]. M., 2002, April 11-13, pp. 211-212. (in Russian)

## The changes in the parameters of the hemostasis system in dogs older than 8 years due to surgery

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

e-mail: vologda-agility@mail.ru

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

**Keywords:** hemostasis system, old dogs, surgery, platelet aggregation, coagulation hemostasis

### Abstract

The article presents the changes in the parameters of the hemostasis system in dogs older than 8 years due to surgical intervention. The comparison was made with a control group of mature dogs. In the group of old dogs after surgery, the number of platelets decreases with an increase in the average volume and a decrease in thrombocrit, the summing index of aggregation with collagen increases and the disaggregation indices with ADP and collagen decrease, antithrombin activity decreases, which contributes to an increase in thrombin concentration, accompanied by a shortening of TT and an increase in RFMK and fibrinogen. Taken together the reduction in PT and APTT with all of the above, it is reasonable to assume the presence of a hypercoagulable state in dogs older than 8 years due to surgery.

# Продуктивные и племенные качества коров черно-пестрой породы разных линий

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»

**Ключевые слова:** коровы первого отела, черно-пестрая порода, генеалогическая линия, молочная продуктивность, жирномолочность, белковомолочность, экономическая эффективность.

## Аннотация

Основной задачей молочного скотоводства остается повышение продуктивности животных путем разведения наиболее высокоценных в племенном отношении пород, генотипов и линий крупного рогатого скота. В связи с этим исследование по изучению влияния хозяйственно-полезных признаков коров 1-го отела разных линий на их молочную продуктивность является актуальным. Исследовательская база сформирована на основе информационно-аналитической системы «Селэкс – Молочный скот» по 2269 коровам 1-го отёла черно-пестрой породы одного из ведущих сельскохозяйственных предприятий Вологодской области – племзавода-колхоза «Аврора». В результате исследований установлено, что коровы 1-го отела, принадлежащие к четырем линиям (Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлексн Соверинг 198998, Пабс Говернер 882933 и Монтвик Чифтейн 95679), имели заметные отличия по основным хозяйственно-полезным признакам. Так, наивысшие пока-

затели продуктивности (8465 кг) были у коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933, достоверно наименьшие (7504 кг) – у коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679. При этом следует отметить, что коровы всех линий имели удои выше стандарта породы в среднем в 2–2,5 раза. По жирномолочности превосходство коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933 над сверстницами из других групп и среднего по стаду составило 0,07–0,13%, по выходу молочного жира в среднем на 7–17%. Выход молочного жира у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679 был ниже среднего показателя по стаду на 2 и 27 кг соответственно. Наибольшее весовое количество молочного белка было получено от животных линии Пабс Говернер 882933 – 280 кг. Самая высокая массовая доля белка в молоке установлена у самых низкопродуктивных коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679 (3,80%), а самая низкая – у высокоудойных сверстниц линии Пабс Говернер 882933 (3,13%), разность составила 0,67%, т.е. прослеживается отрицательная взаимосвязь удоя и массовой доли белка. Наивысший коэффициент молочности (1532 кг) отмечен у коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933. Разница с другими группами и со средним по стаду составила 3,5–14%. Среди четырех линий коров 1-го отела черно-пестрой породы при круглогодичном стойловом содержании высокой экономической эффективностью отличались животные линий Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933. Экономическая эффективность от использования коров этих линий в общей совокупности в племязаводе-колхозе «Аврора» составляет 377754,6 тыс. рублей, или 16,9 тыс. рублей на одно животное. Таким образом, для получения высоких удоев молока с хорошими технологическими свойствами, в хозяйстве целесообразно использовать животных линий Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933, которые сочетают высокий уровень молочной продуктивности и жирномолочности.

#### Введение

На современном этапе ведения животноводства ведущую роль в селекционно-племенной работе играет оценка коров 1-го отела с целью их дальнейшего использования [1]. Во многих племенных хозяйствах существуют специальные контрольные дворы, куда такие животные поступают после отела. На основании результатов, полученных после первого отела, они либо остаются на предприятии, либо выбраковываются в другие, менее продуктивные хозяйства [2].

Основной проблемой молочного скотоводства остается повышение продуктивности животных путем разведения наиболее высокоценных в племенном отношении пород, генотипов и линии крупного рогатого

скота [3, 4]. Наиболее эффективный прием совершенствования пород сельскохозяйственных животных – разведение по линиям. Структурные элементы породы как системы – это линии, типы и семейства [5]. До последних лет в практике разведения большинства пород сельскохозяйственных животных в нашей стране преобладала практика сохранения всех имеющихся линий независимо от их качественной ценности. Это существенно тормозило процесс совершенствования пород. При системном же подходе поддерживать линейную структуру породы и общую численность животных следует не путем сохранения всех имеющихся линий, а с помощью расширенного воспроизводства лучших из них и особенно лидирующей [6, 7, 9, 13, 14, 17].

Для молочных стад, генеалогия которых представлена различной селекцией, анализ продуктивных показателей необходимо проводить с учетом генетического вклада каждой из селекций [15, 16].

Главным признаком при разведении крупного рогатого скота с учётом любой технологии производства является молочная продуктивность. Молочная отрасль является одной из важнейших отраслей животноводства. Её значение определяется не только ценностью продукта, который она производит, но и большим влиянием, которое оказывает на экономику хозяйства. Молочное скотоводство во многом задает уровень прогресса данной сферы в целом. Для того чтобы прогресс шел и дальше, необходимо постоянно повышать эффективность производства [10, 12].

Экономическая эффективность является сложным показателем, который содержит в себе множество экономических законов, основным критерием ее является результативность и рентабельность. Экономическая эффективность является хорошим показателем развития хозяйства, так как показывает, в каком направлении должна вестись дальнейшая стратегия действий. Одним из основных резервов, от которого зависит экономическая эффективность ведения молочного скотоводства, является повышение генетического потенциала разводимых пород, линий и типов на основе рационального, научно-обоснованного использования лучшего отечественного и мирового генофонда. Система племенной работы с генеалогическими линиями – один из способов контроля динамики генетического разнообразия породы [8].

Опыт работы лучших хозяйств и селекционеров страны свидетельствует о том, что важнейшее условие для успешного совершенствования племенных стад – длительная и направленная селекция с применением определённой системы работы с линиями. Линия является основной внутривидовой структурной единицей при разведении молочного скота и дифференцируется по степени выраженности различных при-

знаков. Поэтому при комплектовании стада животными, отвечающими современным требованиям интенсивных технологий производства молока, необходимо учитывать также экономические показатели проводимой селекционно-племенной работы, так как они определяют конкурентоспособность продукции скотоводства [3, 11].

Основной задачей молочного скотоводства остается повышение продуктивности животных путем разведения наиболее высокоценных в племенном отношении пород, генотипов и линий крупного рогатого скота. В связи с этим исследования по изучению продуктивных качеств коров в зависимости от их линейной принадлежности является актуальным.

Цель исследования заключалась в изучении продуктивных и племенных качеств коров первого отела черно-пестрой породы разных генеалогических линий.

#### Материалы и методы

Исследования проводили на поголовье коров 1-го отела черно-пестрой породы разной линейной принадлежности одного из ведущих сельскохозяйственных предприятий Вологодской области – племенном заводе-колхозе «Аврора». В обработку включены коровы линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (n = 882), линии Рефлекшн Соверинг 198998 (n = 1311), линии Пабст Говернер (n = 41) и линии Монтвик Чифтейн 95679 (n = 35).

Коров 1-го отела оценивали по удою за 305 дней лактации, содержанию массовой доли жира (МДЖ), массовой доли белка (МДБ) в молоке, живой массе и коэффициенту молочности.

Экономическую эффективность использования коров разных линий рассчитывали по формуле, используя методику РАСХН о селекционных достижениях в животноводстве:

$$Y = \ddot{O} \cdot \frac{\tilde{N} \cdot \tilde{I}}{100} \cdot \tilde{E} \cdot \hat{E}$$

где Э – стоимость дополнительной молочной продукции, руб.;

Ц – закупочная цена 1 кг молока базисной жирности. Закупочная цена молока базисной жирности в Племязаводе составляет 2814,33 руб. Базисная жирность равна 3,4%.

С – средняя продуктивность худших линий за исключением лучших линий по 1-й лактации, переведенная на показатель базисной жирности.

П – средняя прибавка основной молочной продукции, выраженная в процентах на 1 голову с учетом базисной жирномолочности;

Л – постоянный коэффициент уменьшения результата, связанного с дополнительными затратами на прибавочную продукцию, равный

0,75;

К – численность поголовья животных в лучшей группировке.

Исследовательская база сформирована на основе информационно-аналитической системы «Селэкс – Молочный скот».

Статистическая и биометрическая обработка данных проведена с использованием программы «Excel».

Результаты исследования

Уровень молочной продуктивности, содержание массовой доли жира и массовой доли белка в молоке являются наиболее важными хозяйственно-полезными признаками молочного скота.

Критерием оценки молочного скота является величина молочной продуктивности, которая приведена в разрезе линий в *таблице 1* и на *рисунке 1*.

Таблица 1 – Удой коров 1-го отела разных линий

| Линейная принадлежность  | n    | Удой за 305 дней 1 лакт., кг |           |
|--------------------------|------|------------------------------|-----------|
|                          |      | $\bar{X} \pm m$              | $C_v, \%$ |
| Вис Бэк Айдиал 1013415   | 882  | 8020±38                      | 14,2      |
| Рефлекшн Соверинг 198998 | 1311 | 8175±35                      | 15,4      |
| Пабс Говернер 882933     | 41   | 8465±202                     | 15,3      |
| Монтвик Чифтейн 95679    | 35   | 7504 ±160                    | 12,6      |
| В среднем по выборке     | 2269 | 8110 ±26                     | 15,1      |
| Стандарт породы          | –    | 3500                         | –         |

Наиболее обильномолочными были коровы 1-го отела линии Пабс Говернер 882933. От них получено 8465 кг молока. Они превосходят по молочной продуктивности коров линии Рефлекшн Соверинг 198998 на 290 кг или 3,5%, Вис Бэк Айдиала 1013415 - на 445 кг и Монтвик Чифтейна 95679 – на 961 кг. Самыми низкопродуктивными достоверно были коровы линии Монтвик Чифтейна 95679, их удой составил 7504 кг, разница со средним составила 606 кг. При этом следует отметить, что коровы всех линий имели удой в среднем в 2-2,5 раза выше стандарта породы (*табл. 1*).

Одним из важных селекционируемых признаков молочных животных является содержание массовой доли жира в молоке, которое имеет дополнительно экономическое значение, а также обобщающий оценочный показатель – количество молочного жира. Чем выше выход жира за лактацию, тем ценнее молочная корова [11]. Поэтому нами проведена оценка коров разных линий по вышеприведенным хозяйственно-

полезным признакам (рис. 1).

В результате исследований установлено, что наиболее жирномолочными оказались коровы линии Пабс Говернер 882933 с массовой долей жира в молоке 4,13% и молочного жира 351 кг соответственно. Самые низкие показатели массовой доли жира в молоке были у коров линии Монтвик Чифтейн 95679 – 4,0%, от них же получено наименьшее количество молочного жира – 300 кг.

По жирномолочности превосходство коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933 над сверстницами других групп и среднего по стаду составило 0,07-0,13%, по выходу молочного жира в среднем на 7-17%. Выход молочного жира у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679 был ниже среднего показателя по стаду на 2 и 27 кг соответственно.

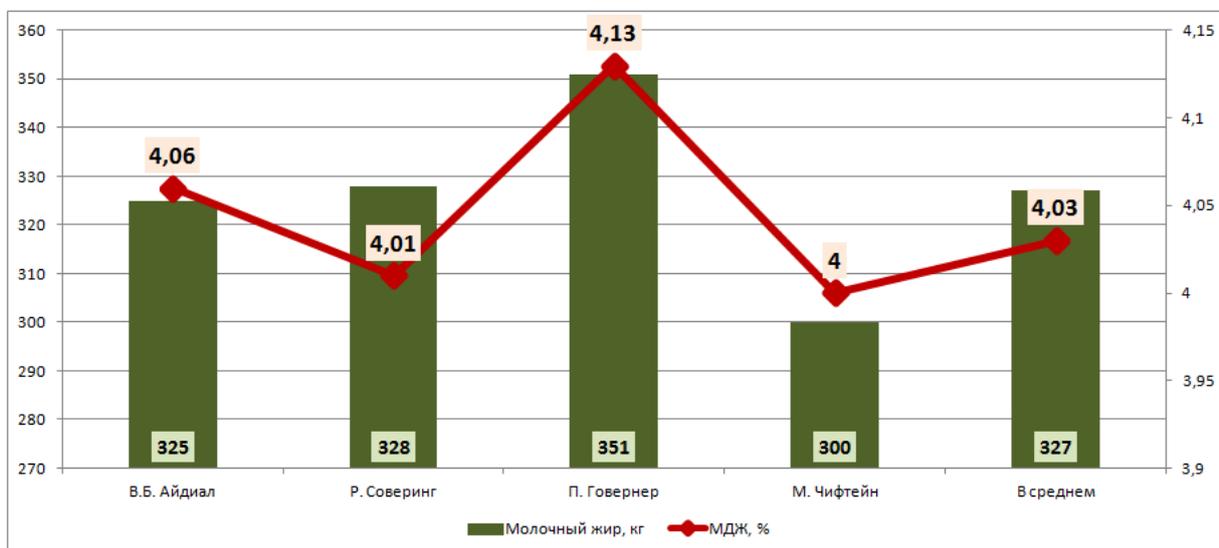


Рисунок 1 - Жирномолочность коров 1-го отела разных линий

Наибольшее содержание массовой доли белка в молоке установлено у самых низкопродуктивных коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679 (3,80%), а наименьшее – у высокоудойных сверстниц линии Пабс Говернер 882933 (3,13%), разница составила 0,67%. Прослеживается отрицательная взаимосвязь удоя и массовой доли белка.

По выходу молочного белка превосходство было также у коров линии Пабс Говернер 882933 (280 кг), наименьшее количество молочного белка выявлено у коров линии Монтвик Чифтейн 95679 – 253 кг, разница составила 33 кг или 11%. Коровы линии Рефлексн Соверинг 198998 и Вис Бэк Айдиал 1013415 имели промежуточные показатели – 267 и 275 кг, соответственно. Выход молочного белка у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679 был ниже среднего показателя по стаду на 1,8% и 7,5% соответственно (рис. 2).

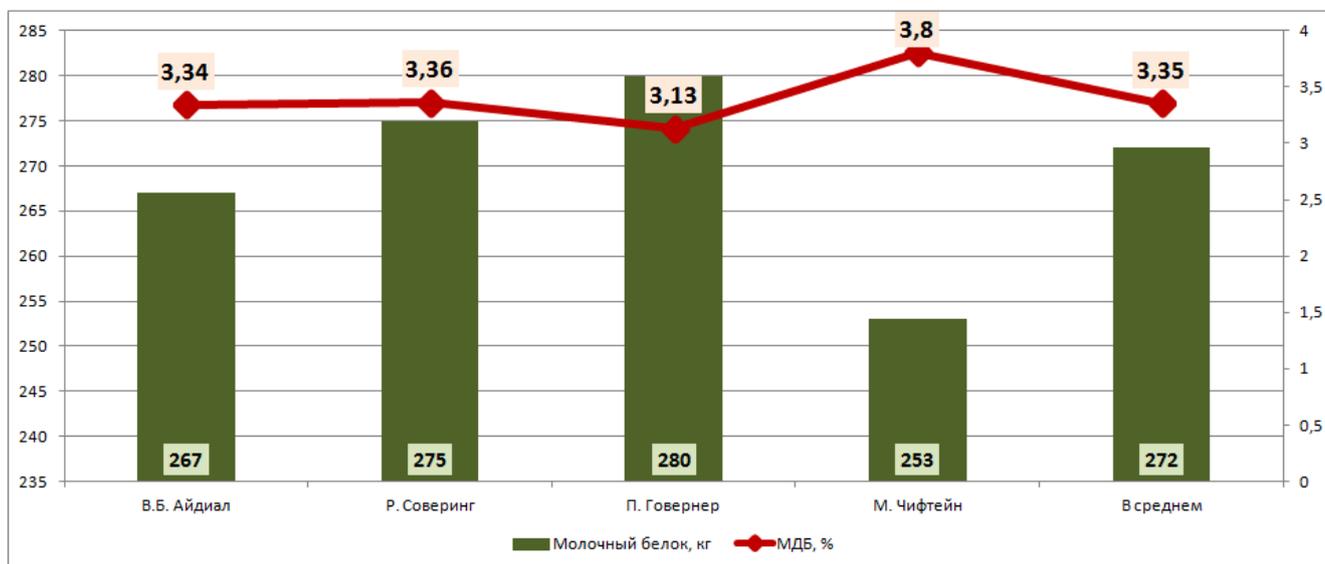


Рисунок 2 - Белкомолочность коров 1-го отела разных линий

Молочная продуктивность коровы в немалой степени зависит от ее живой массы, так как живая масса – показатель общего развития и выражает степень упитанности животного. Высокая молочная продуктивность коров связана с большим физиологическим напряжением всего организма, поэтому они должны быть хорошо развитыми, способными съесть большое количество корма и перерабатывать его на молоко, иметь крепкую конституцию и здоровье. В каждой породе, в каждом стаде лучшая по продуктивности часть животных, как правило, имеет более высокую живую массу, чем в среднем по породе или стаду. Коэффициент молочности показывает эффективность использования кормов на производство продукции, поэтому его величина имеет большое значение в селекционной работе [11]. Следует отметить, что на данном предприятии изменчивость животных по уровню живой массы невысока, коэффициент вариации варьировал от 0,8 до 1,6% (табл. 2).

Таблица 2 – Живая масса и коэффициент молочности коров 1-го отела различных линий

| Линия                    | n    | Живая масса, кг |           | Коэффициент молочности, кг |           |
|--------------------------|------|-----------------|-----------|----------------------------|-----------|
|                          |      | $X \pm m$       | $C_v, \%$ | $X \pm m$                  | $C_v, \%$ |
| Вис Бэк Айдиал 1013415   | 882  | 525±0,6         | 0,9       | 1529±7,4                   | 14,3      |
| Рефлексн Соверинг 198998 | 1311 | 525±1,1         | 0,8       | 1558±6,6                   | 15,4      |
| Пабс Говернер 882933     | 41   | 526±1,2         | 1,5       | 1612±39,3                  | 15,6      |
| Монтвик Чифтейн 95679    | 35   | 529±1,4         | 1,6       | 1412±31,8                  | 13,2      |
| В среднем по выборке     | 2269 | 525±0,1         | 0,9       | 1546±4,9                   | 15,0      |
| Стандарт породы          | –    | 490             | –         | 714                        | –         |

Наибольшая живая масса была у коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679 (529 кг). Их показатель был выше среднего по стаду на 4 кг. Наибольший коэффициент молочности (1612 кг) отмечен у коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933. Разница с другими группами и со средним по стаду составила 3,4–14,2%.

Коэффициент молочности у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679 был ниже среднего показателя по стаду на 1,1% и 10% соответственно.

Показатели экономической эффективности молочной продуктивности коров различных линий хозяйства представлены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Экономическая эффективность молочной продуктивности коров разных линий в племязаводе-колхозе «Аврора»

| Линия                    | Кол-во голов | Удой, кг | МДЖ, % | Удой, базисной жирности, ц | Средняя прибавка к лучшим линиям | Стоимость дополнительной продукции на 1 голову, тыс. руб. | всего, тыс. руб. |
|--------------------------|--------------|----------|--------|----------------------------|----------------------------------|---|------------------|
| Рефлекшн Соверинг 198998 | 1311         | 8175     | 4,01   | 96,42                      | –                                | –   | –                |
| Вис БэкАйдиал 1013415    | 882          | 8020     | 4,06   | 95,77                      | –                                | –   | –                |
| Пабст Говернер 882933    | 41           | 8465     | 4,13   | 102,82                     | –                                | –   | –                |
| Три лучшие группы        | 2234         | –        | –      | 96,28                      | 9,06                             | 16,9  | 37754,6          |
| МонтвикЧифтейн 95679     | 35           | 7504     | 4,00   | 88,28                      | –                                | –   | –                |

Среди четырёх линий коров первого отела черно-пестрой породы при круглогодичном стойловом содержании высокой экономической эффективностью отличались животные линий Вис БэкАйдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933. Экономический эффект от использования коров этих линий в общей совокупности в племязаводе-колхозе «Аврора» составил 37754,6 тыс. рублей, или 16,9 тыс. рублей на одно животное.

Таким образом, для получения высоких удоев молока с хорошими технологическими свойствами, в хозяйстве целесообразно использовать животных линий Вис БэкАйдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933, которые сочетают высокий уровень молочной продуктивности и жирномолочности.

### **Литература:**

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

2. Каналина, Н.М. Экономическая оценка разведения коров-первотёлок разных линий татарстанского типа / Н.М. Каналина, Д.А. Валиуллина, Н.Р. Касанова // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2019. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru>.

3. Абрамова, Н.И. Результаты голштинизации отечественных молочных пород крупного рогатого скота / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 8. – С. 70-77.

4. Бектуров, А.Б. Разведение линейных животных, отбор желательных типов для использования их в создании внутривидовых зональных типов / А.Б. Бектуров, Д.В. Чебодаев, Т.Ж. Чортонбаев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2014. – № 2(31). – С. 163-164.

5. Использование генофонда черно-пестрого скота различного генеза в селекционно-племенной работе: рекомендации / Л.А. Танана [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 27 с.

6. Логинов, Ж. Размышления на тему: «бык + менеджмент – это больше, чем половина стада» / Ж. Логинов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 4. – С. 14–17.

7. Совершенствование методов разведения молочных пород крупного рогатого скота: монография / Л.П. Москаленко, Н.С. Фураева, Е.А. Зверева, Н.А. Муравьева. – Ярославль : Ярославская ГСХА, 2018. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/172584>

8. Генетика, технология, корма и люди – основа успеха крупного молочного хозяйства / В.А. Бильков, Г.П. Легошин, В.В. Жильцов, Л.А. Белозерова, Н.Ю. Андреева // Ж. Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 1. – С. 2–6.

9. Соболева, В. Ф. Использование генетической сочетаемости линий в племенной работе на повышение молочной продуктивности коров / В.Ф. Соболева, Т.В. Видасова, О.И. Гливанская // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2013. – Т. 49. – № 2-1. – С. 322–326.

10. Столярова, О.А. Экономика агробизнеса : учебное пособие / О.А. Столярова, Ю.В. Решеткина. – Пенза : ПГАУ, 2020. – 208 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/170970>.

11. Усова, Т.П. Сравнительная характеристика линий по молочной продуктивности коров / Т.П. Усова, Т.В. Афанасьева, Д.Е. Денисова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3(66). – С. 85–89. – EDN CQJOMR.

12. Бильков, В.А. Экономическая эффективность производства

молока в Вологодской области / В.А. Бильков, В.А. Киселев, Г.П. Легошин // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 5. – С. 5-7.

13. Михалева, И.С. Молочная продуктивность коров черно-пестрого скота в зависимости от линейной принадлежности в СХПК «Племзавод Майский» Вологодского района / И.С. Михалева, О.Н. Бургомистрова // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Т. 3. Ч. 2. Биологические науки: сб. науч. трудов по результатам работы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2021. С. 204–208.

14. Эффективность использования нового показателя – коэффициента линейности - для оценки популяции айрширской породы скота / С.Е. Тяпугин [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – №5. – С. 25-27.

15. Хромова, О.Л. Продолжительность использования коров ярославской породы различных генотипов / О.Л. Хромова, О.Н. Бургомистрова // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 1–10.

16. Динамика генеалогической структуры племенного поголовья популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы Вологодской области и перспективы её развития / Н.И. Абрамова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – №4. – С.1–12.

17. Новый подход к оценке линий молочного скота с учетом коэффициента линейности / Н.И. Абрамова [и др.] // Зоотехния. – 2018. – № 9. – С. 2–6.

### **References:**

1. Abramova N.I. The relationship of the duration of use of dairy cows with the blood of the Holstein breed. Zootekhniya. [Zootechny], 2018, no. 1, pp. 12-16. (in Russian)

2. Kanalina N.M. Economic assessment of breeding of first-calf cows of different lines of the Tatarstan type. Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana. [Scientific notes of the Bauman KGAVM], 2019, no. 1. (in Russian)

3. Abramova N.I. Results of holsteinization of domestic dairy cattle breeds. Veterinariya, zootekhniya i biotekhnologiya. [Veterinary, animal science and biotechnology], 2018, no.8, pp.70-77. (in Russian)

4. Bekturov, A. B. Breeding of linear animals, selection of desirable types for their use in the creation of intra-breed zonal types. Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina. [Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University named after K.I.

Scriabin], 2014, no. 2(31), pp. 163-164. – EDN VMJREV. (in Russian)

5. Ispol'zovanie genofonda cherno-pestrogo skota razlichnogo geneza v selekcionno-plemennoj rabote: rekomendacii. [The use of the gene pool of black-and-white cattle of various genesis in breeding work: recommendations]. Tanana L.A. [et al.]. Grodno: GGAU, 2007, 27 p. (in Russian)

6. Loginov, J. Reflections on the topic: «bull + management is more than half of the herd». Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. [Dairy and meat cattle breeding], 2004, no. 4, pp. 14-17. (in Russian)

7. Sovershenstvovanie metodov razvedeniya molochnyh porod krupnogo rogatogo skota: monografiya. [Improvement of methods of breeding dairy cattle breeds: monograph / L. P. Moskalenko, N. S. Furaeva, E. A. Zvereva, N. A. Muravyeva]. Yaroslavl : Yaroslavl State Agricultural Academy, 2018, 304 p. ISBN 978-5-98914-206-4. Text : electronic // Lan : electronic library system. Available at: URL: <https://e.lanbook.com/book/172584>.

8. Bilkov, V.A. Genetics, technology, feed and people – the basis for the success of a large dairy farm. Zh. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. [J. Dairy and meat cattle breeding], 2007, no. 1, pp. 2-6. (in Russian)

9. Soboleva, V. F. The use of genetic compatibility of lines in breeding work to increase dairy productivity of cows. Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. [Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine], 2013, Vol. 49, no. 2-1, pp. 322-326. – EDN SDZENB.

10. Stolyarova, O. A. Ekonomika agrobiznesa : uchebnoe posobie. [Agribusiness Economics : a textbook]. Penza : PGAU, 2020, 208 p. Text : electronic // Lan : electronic library system. Available at: URL: <https://e.lanbook.com/book/170970>.

11. Usova, T. P. Comparative characteristics of lines on dairy productivity of cows. Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University], 2021, no. 3(66), pp. 85-89. – EDN CQJOMR. (in Russian)

12. Bilkov, V.A. Economic efficiency of milk production in the Vologda region. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. [Dairy and meat cattle breeding], 2008, no. 5, pp. 5-7. (in Russian)

13. Mikhaleva I.S., Burgomistrova O.N. Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestrogo skota v zavisimosti ot linejnoj prinadlezhnosti v SKHPK «Plemzavod Majskij» Vologodskogo rajona. [Milk productivity of black-motley cows depending on the linear affiliation in the SHPK «PlemzavodMaisy» of the Vologda region]. Molodye issledovateli

agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam. Tom 3. CHast' 2. Biologicheskie nauki: Sbornik nauchnyh trudov po rezul'tatam raboty VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. [Young researchers of the agro-industrial and forestry complexes - to the regions. Volume 3. Part 2. Biological sciences: Collection of scientific papers based on the results of the work of the VI All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Vologda-Molochnoe: FSBEI HE Vologda State Dairy Farming Academy, 2021, pp. 204-208. (in Russian)

14. Тыапугин Е.А. Factor «genealogical line» and its influence on the exterior characteristics of black-and-white cows. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. [Dairy cattle breeding in Russia: state, trends, prospects. Materials of the correspondence scientific conference dedicated to the 95th anniversary of the institute]. Vologda-Molochnoe, 2017, p.15-21. (in Russian)

15. Khromova O.L., Burgomistrova O.N. The duration of the use of cows of the Yaroslavl breed of various genotypes. AgroZooTekhnika. [AgroZooTekhnika], 2019, Volume 2, no. 1, pp. 1-10. (in Russian)

16. Abramova N.I. Dynamics of the genealogical structure of the breeding stock of the population of cattle of the black-motley breed of the Vologda region and the prospects for its development. AgroZooTekhnika. [AgroZooTekhnika], 2019, Vol. 2, no. 4, pp.1-12. (in Russian)

17. Abramova N.I. A new approach to the assessment of dairy cattle lines taking into account the linearity coefficient. Zootekhnika. [Zootechniy], 2018, no. 9, pp.2-6. (in Russian)

## Productive and breeding qualities of black-and-white cows of different lines

Bilkov Valentin Alekseyevich, Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology.

e-mail: vab1725@yandex.ru

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

Burgomistrova Olga Nikolaevna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of the Department of Animal Science and Biology.

e-mail: Olgabyrgomistrova@mail.ru

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

**Keywords:** cows of the first calving, black-and-white breed, genealogical line, milk productivity, fat content, protein content, economic efficiency.

### Abstract

The main task of dairy cattle breeding remains to increase the productivity of animals by breeding the most valuable breeds, genotypes and lines of cattle. In this way, it is relevant to study the influence of economically useful traits of cows of the 1st calving of different lines on their milk production. The research base was formed on the basis of the information and analytical system «Selex - Dairy cattle» for 2,269 cows of the 1st calving of the black-and-white breed in one of the leading agricultural enterprises of the Vologda region - the Breeding farm «Aurora». As a result of the research, it was found that cows of the 1st calving belonging to four lines (Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998, Pubs Governor 882933 and Montvik Chieftain 95679) had noticeable differences in the main economically useful characteristics. Thus, the highest productivity indicators (8465 kg) were in cows of the 1st calving Pabs Gubernor 882933, significantly the lowest (7504 kg) - in cows of the 1st calving Montvik Chieftain 95679. At the same time, it should be noted that cows of all lines had milk yield above the breed standard by an average of 2-2.5 times. In terms of fat content, the superiority of cows of the 1st calving of the Pabs Gubernor 882933 line over their peers from other groups and the average herd was 0.07-0.13%, in terms of milk fat yield by an average of 7-17%. The yield of milk fat in cows of the Vis Back Ideal 1013415 and Montvik

Chieftain 95679 lines was lower than the average for the herd by 2 and 27 kg, respectively. The largest amount of milk protein by weight was obtained from animals of the Pabs Governer line 882933 – 280 kg. The highest mass fraction of protein in milk was found in the lowest-yielding cows of the 1st calving of the Montvik Chieftain line 95679 (3.80%), and the lowest – in high-yielding peers of the Pabs Governor line 882933 (3.13%), the difference was 0.67%, i.e. there is a negative relationship between milk yield and the mass fraction of protein. The highest coefficient of milk production (1532 kg) was observed in cows of the 1st calving of the Pabs Governor 882933 line. The difference with other groups and with the average herd was 3.5-14%. Among the four lines of cows of the 1st calving of the black-and-white breed with year-round stable maintenance, the animals of the lines Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998 and Pabst Governer 882933 were distinguished by high economic efficiency. The economic efficiency of using cows of these lines in total in the Breeding Farm - Collective Farm «Aurora» is 377754.6 thousand rubles or 16.9 thousand rubles per animal. Thus, in order to obtain high milk yields with good technological properties, it is advisable to use animals of the Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998 and Pabst Governer 882933 lines in the farm, which combine a high level of milk productivity and fat content.

# Содержание структурных углеводов в заготовленных кормах Вологодской области

Богатырева Елена Валерьевна, старший научный сотрудник  
лаборатории химического анализа

e-mail: szniikorma@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН)

Фоменко Полина Анатольевна, старший научный сотрудник  
лаборатории химического анализа

e-mail: szniikorma@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН)

Мазилев Евгений Александрович, кандидат экономических наук

e-mail: sznii@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН)

**Ключевые слова:** силос, сырая клетчатка, NDF, ADF, неструктурные углеводы, гемицеллюлоза.

## Аннотация

Сырая клетчатка в определённом количестве необходима жвачным животным как источник энергетического материала для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определенном уровне жирности молока. Она оказывает механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, вызывая моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки, в результате которого выделяется большое количество слюны, которая идёт на щелочную реакцию, что обеспечивает кислотность рубца на уровне pH 6,5–7,0. Оптимальный уровень клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. Для коров оптимальное количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона должно быть 17–22%, причем не менее 14% должна составлять клетчатка грубых кормов. Для высокопродуктивных

коров это количество должно быть на уровне 16–18%. Снижение клетчатки ниже 16% сопровождается нарушением процессов пищеварения, изменением соотношений ЛЖК и уменьшением жира в молоке. Избыточное содержание клетчатки снижает переваримость и использование других питательных веществ.

#### Введение

Молочное скотоводство является ведущей отраслью животноводства России и многих стран мира. Одной из ключевых проблем материального обеспечения молочного скотоводства является организация рациональной и научно-обоснованной системы кормления. Производство высококачественных кормов в недостаточном количестве и неэффективное их использование на основе научно-обоснованных норм кормления в дальнейшем приводит к снижению молочной продуктивности и высоким затратам кормов на единицу продукции и, в конечном счете, оказывает отрицательное влияние на экономику всего производства [1, 2].

Высокое качество кормов обеспечивается правильной организацией кормопроизводства, начиная с технологии выращивания кормовых культур (удобрение, орошение и другие приёмы), определения оптимальной фазы роста кормовых культур ко времени их уборки и до выбора эффективных технологий заготовки и хранения.

Вместе с совершенствованием технологии заготовки кормов и кормления скота нужно знать и понимать параметры оценки кормления и потребности животных в питательных веществах. Повышение переваримости корма считают одним из лучших рецептов повышения эффективности использования питательных веществ. Однако достичь этого можно только тогда, когда технолог хорошо понимает физиологические и биохимические процессы переваривания кормов в соответствии с физиологическими особенностями пищеварительной системы скота и физического состояния [3, 4].

Оценить питательность корма по одному показателю невозможно. Поэтому в настоящее время применяется комплексная оценка питательности кормов, в которую включена энергетическая питательность (ОЭ, ЭКЕ), содержание в кормах протеинов (СП, ПП), жиров, углеводов (крахмал, сахар, клетчатка), минеральных веществ (макро- и микроэлементов) [5].

В системе полноценного кормления сельскохозяйственных животных большое значение имеет обеспеченность их грубыми кормами. Питательное значение клетчатки в кормлении жвачных животных было только недавно отнесено к важным проблемам. Современное развитие в области питания жвачных показывает, что энергия

(переваримая, обменная, чистая) и протеин являются не единственными существенными факторами питания, обеспечивающими оптимальное кормление. Объём грубых кормов (клетчатки) в рационе является важным фактором, влияющим на потребление, переваримость и использование энергии переваримых веществ. Главная составная часть этих кормов — это структурные углеводы [6].

Особенностью жвачных животных является их способность перерабатывать и усваивать большое количество клетчатки грубых кормов, благодаря микроорганизмам рубца и толстого кишечника, преобразуя её в животноводческую продукцию. Оптимальное содержание клетчатки, получаемой с грубыми кормами, в рационах стимулирует работу всего желудочно-кишечного тракта, вызывает сокращение рубца, жвачку, во время которой в рубец со слюной поступает большое количество бикарбоната натрия, что является профилактическим средством ацидоза рубца. Следует учитывать, что при значительном уменьшении доли длиноволокнистой сырой клетчатки ниже 12%, а общей клетчатки ниже 16% от сухого вещества рациона нарушается рубцовое пищеварение, развивается ацидоз, угнетаются защитные силы организма [7].

Сырая клетчатка — это основная часть оболочек растительных клеток. В ее состав входят целлюлоза, гемицеллюлозы, пентозаны, гексозаны, лигнин, кутин, суберин. Соотношение между целлюлозой и лигнином в различных кормах разное. Если целлюлоза и гемицеллюлозы перевариваются достаточно хорошо – на 65-68%, то лигнин - на 15-16% меньше. Лигнин не только сам плохо переваривается, но оказывает отрицательное влияние на переваримость других питательных веществ. Важное значение при оценке качества клетчатки отводится ее фракциям (лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза) и содержанию в корме нейтрально-детергентной (NDF) и кислотно-детергентной (ADF) клетчатки [8].

Во-первых, клетчатка – это труднопереваримый углевод, содержащийся в растительной пище. То есть, клетчатка – общее название сложных углеводов, содержащихся в сплетении растительных пищевых волокон. Являясь разновидностью целлюлозы, клетчатка не поддается расщеплению пищеварительной системой и попадает прямо в микрофлору кишечника. Во-вторых, при анализе кормов выделяют сырую клетчатку. Сырая клетчатка – это органические вещества, которые остаются нерастворимыми после получасового кипячения навески корма в разбавленной серной кислоте и разбавленной щелочи с последующим промыванием водой, спиртом и эфиром. [9].

В целом NDF является индикатором качества (переваримости и

питательности) кормов растительного происхождения. Соотношение между составляющими NDF определяет переваримость, а значит и питательное качество растительного корма.

Кроме того, в связи с тем что клетчатка является самой объемной фракцией корма, по содержанию NDF так же оценивают потенциальную поедаемость рациона (наполняемость рубца) животным с учетом вместимости рубца.

NDF — это остаток (целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин) после обработки (экстракции) навески корма кипящим нейтральным раствором детергентов — натрия лаурилсульфата и этилендиаминотетрауксусной кислоты. После обработки корма из него удаляются хорошо усвояемые вещества — протеин, легкорастворимые сахара, крахмал, жиры, пектины и органические кислоты. При зоотехническом анализе зерновых кормов из них предварительно удаляют крахмал при помощи амилазы. Обычно концентрация NDF в кормах примерно в два раза превышает количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона.

Переваримость NDF обусловлена ее химическим составом, то есть соотношением целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина. Поэтому корма с одинаковым содержанием NDF не всегда характеризуются одинаковой энергетической ценностью. К тому же некоторые виды кормов или рационов с высокой концентрацией NDF могут характеризоваться более высокой энергетической ценностью, чем корма и рационы с низким уровнем NDF [10, 11].

Кислотно-детергентная клетчатка определяется как остаток клетчатки после обработки в кислотных растворителях. В состав ADF входит в основном целлюлоза и лигнин, т.е. трудно перевариваемые углеводы. Таким образом ADF отличается от NDF очень низким содержанием гемицеллюлозы.

Количественно ADF достаточно хорошо коррелирует с содержанием энергии в корме, поэтому этот параметр иногда используют в формулах регрессии для расчета переваримой энергии. В дополнение к ADF для балансирования рациона используется параметр, определяющий количественное содержание лигнина в корме как показатель переваримости клетчатки, позволяющий оценить переваримость всего рациона в целом [12].

Безусловно, нормирование рациона по структурным показателям NDF и ADF на порядок выше, чем по сырой клетчатке (другой вопрос, что не все лаборатории определяют данные фракции). Основные структурные составляющие NDF – это гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин, а ADF – это целлюлоза и лигнин. По физиологическому влиянию (преимущественно гемицеллюлоза, NDF), влияет на потребление кор-

ма, а целлюлоза, лигнин и ADF, снижает переваримость питательных веществ рациона. От потребления и степени переваривания структурных углеводов во многом зависит энергообеспеченность организма коров, а также количество и качество молочного жира. Клетчатка оказывает механическое воздействие на рецепторы преджелудков, стимулируя всю пищеварительную систему в целом. Наличие оптимального содержания NDF в рационах является стимулом жвачки, выделения слюны, обладающей буферными свойствами, что ведет к снижению кислотности рубца и предупреждению развития ацидоза [13, 14].

Неструктурные углеводы (NFC). В фракцию неструктурных углеводов переходят вымываемые при экстракции образцов корма нейтральным детергентом (растворителем) вещества: крахмал, сахара, пектин и органические кислоты (в основном летучие жирные кислоты).

Следует учитывать то, что максимально быстро ферментируются сахара, а стабильный крахмал практически не расщепляется в рубце и эффективно переваривается в кишечнике жвачных животных. Оптимизация рационов по содержанию в них неструктурных углеводов позволит предотвратить развитие у коров ацидоза и других метаболических заболеваний.

Показатель NFC существенно ниже традиционного показателя «БЭВ», а значит, он лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов. Их концентрация в корме зависит от вида растительного сырья и способов его переработки [15].

Актуальность темы

Клетчатка играет особую роль в рубцовом пищеварении сельскохозяйственных животных. От обеспеченности коров этим углеводом зависит их здоровье, продуктивность и качество молока. Недостаток в кормах сырой клетчатки приводит к снижению жирности молока, а избыток – к снижению энергетической ценности рационов и уменьшению продуктивности животных. В соответствии с этим, изучение структурных углеводов в заготовленных кормах Вологодской области является весьма актуальным и имеет большое теоретическое и практическое значение.

В связи с вышеизложенным целью наших исследований является изучение содержания структурных углеводов в заготовленных кормах. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: изучение содержания сырой клетчатки, структурных углеводов, неструктурных углеводов в хозяйствах Вологодской области.

Материал и методика исследований

В лаборатории химического анализа СЗНИИМЛПХ проведен анализ качества заготовленных основных объемистых кормов из 70 хозяйств

Вологодской области, в том числе более 573,00 тыс. т. силоса за 2020 г. и 380,00 тыс. т. за 2021 г. соответственно [16,17].

В общей сложности проанализировано и оценено более 350 образцов сочных кормов на содержание NDF и ADF. Содержание питательных веществ определяли в соответствии с ГОСТами. ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье [18]. Сырая клетчатка метод Ганнеберга – Штомана (*рис. 1*). ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества [19]. Содержание нейтрально-детергентной клетчатки определяли методом VAN SOEST, кислотно-детергентной клетчатки методом VAN SOEST & ROBERTSON [20].

Определение питательных веществ по схеме зоотехнического анализа постоянно подвергалось критике как устаревшее и неточное, при этом наибольшим сомнениям подвергались результаты определения сырой клетчатки и БЭВ. Дело в том, что реагенты, используемые при определении СК (растворы кислот и щелочи), могут удалять до 60% целлюлозы, 80% гемицеллюлозы и от 10 до 95% лигнина из фракции сырой клетчатки. Эти вещества попадают во фракцию БЭВ, поэтому БЭВ часто оказываются менее переваримыми, чем сырая клетчатка, чего не должно быть. В зарубежной зоотехнической практике показатели БЭВ и сырой клетчатки перестали использовать около 30–40 лет тому назад.

Альтернативная процедура определения клетчатки, называемая «детергентная аналитическая система», разработана Ван Соестом (VanSoest, 1963; 1967). По этой системе клетчатку, которая представляет собой прочные растительные клеточные стенки кормов, определяют, как нейтрально-детергентную клетчатку (NDF) и кислотно-детергентную клетчатку (ADF). Растительные клеточные стенки состоят в основном из 3-х видов полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина), а также полифенольного вещества – лигнина. Кроме того, некоторого количества белка и воска, крепко связанных с материалами клеточных стенок. Эти вещества создают прочную структуру клеточных стенок растений, поэтому их называют структурными углеводами.

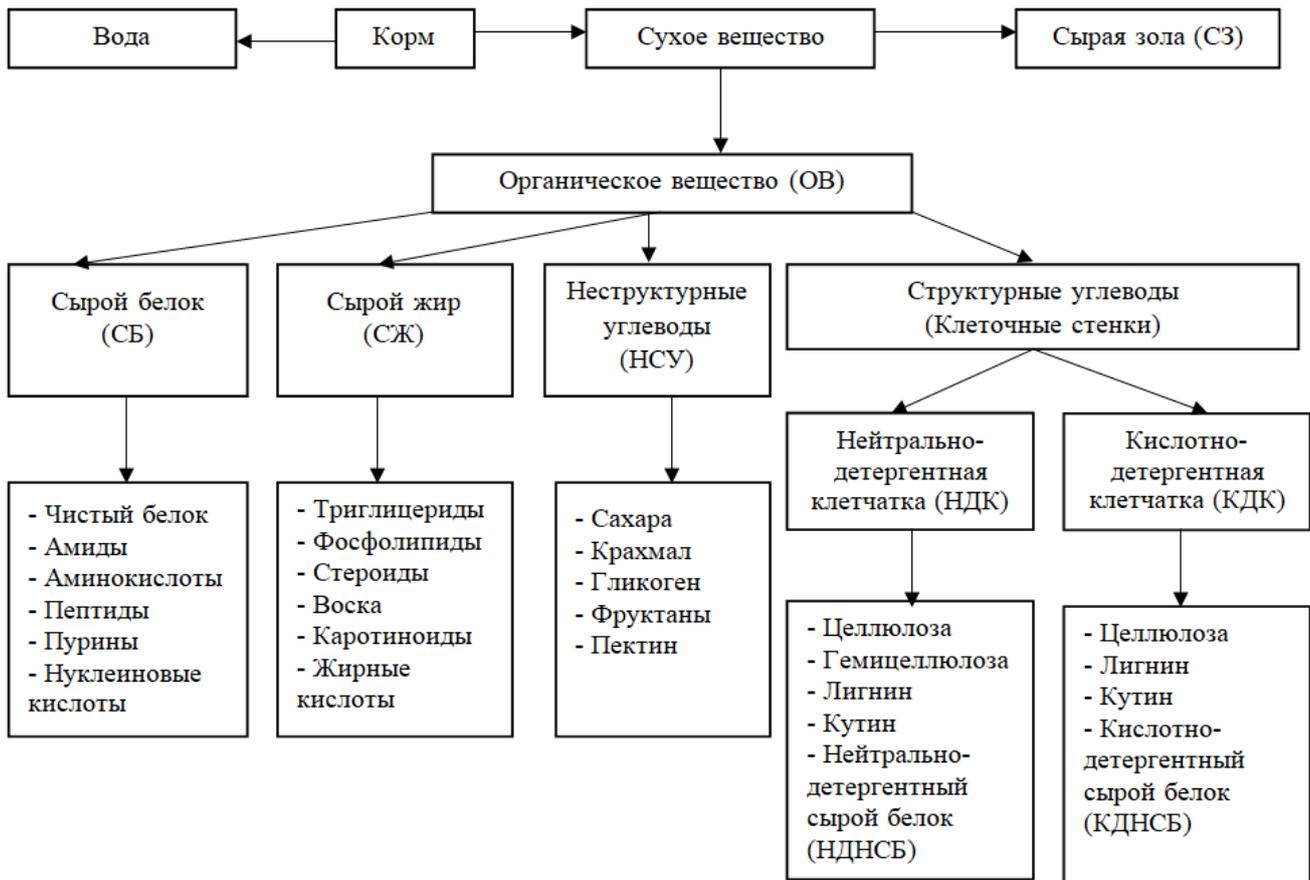


Рисунок 1 - Схема зоотехнического анализа кормов по Геннебергу и Штоманну (модифицированная)

### Обработка результатов исследований

Главной составной частью объемистых грубых кормов (сено, силос, зеленые травянистые корма и т.д.) являются структурные углеводы. Доступными для организма жвачных они могут быть только после переваривания микрофлорой пищеварительного тракта. Клетчатка грубого корма стимулирует перистальтику рубца и жевательную активность, в результате активизируется слюноотделение, приводящее к нейтрализации повышенной кислотности и поддержанию оптимального рН для деятельности целлюлозолитических бактерий.

Исследованиями лаборатории физиологии пищеварения с.-х. животных установлены следующие уровни содержания NDF и ADF в кормах (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание NDF и ADF в заготовленных кормах, %

| Показатели          | NDF  | ADF  |
|---------------------|------|------|
| Силос: разнотравный | 65,3 | 32,7 |
| кукурузный          | 57,1 | 28,5 |
| злаковый            | 66,4 | 35,4 |
| Сенаж: разнотравный | 62,2 | 33,1 |
| злаковый            | 63,8 | 33,9 |

В зависимости от стадии лактации и уровня продуктивности коров нормы содержания NDF должны быть в пределах 28–50 % от СВ рациона, минимум NDF в объемистых кормах – на уровне 15–19 %, в рационах лактирующих коров – 25–33 %, ADF – 17–21 %. К сожалению, управлять уровнем содержания NDF и ADF в рационе возможно только путем подбора соответствующих кормов. Для этого следует четко знать содержание этих показателей в различных культурах (в зависимости от фаз развития) и создавать базы данных с их количественными характеристиками, позволяющими быстро использовать их для оптимизации содержания NDF, ADF и гемицеллюлозы в рационах кормления.

Содержание и химический состав сырой клетчатки по мере вегетации растений меняется. У молодых растущих растений в клеточной оболочке преобладает целлюлоза. С возрастом растений содержание сырой клетчатки, а в ней и лигнина существенно повышается.

Содержание сырой клетчатки и NDF в сухом веществе в заготовленных кормах показано на *рисунке 2*.

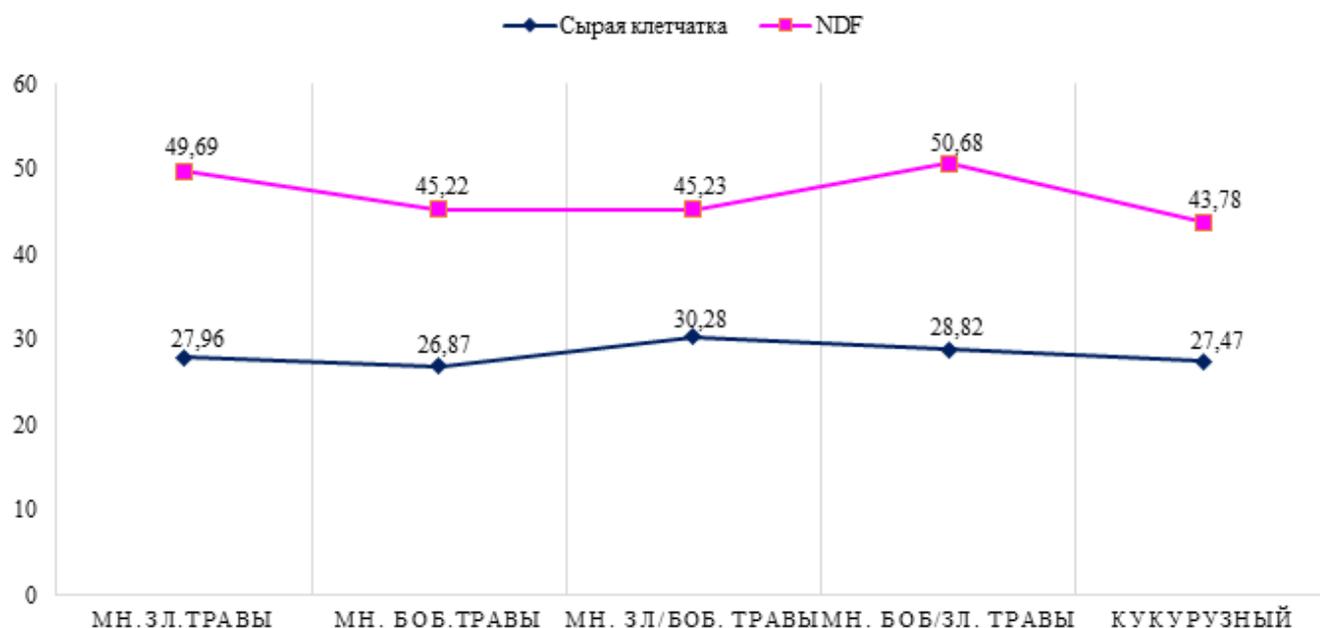


Рисунок 2 - Содержание сырой клетчатки и NDF, % СВ

Исследования показали, что содержание нейтрально-детергентной клетчатки колеблется от 43,78 до 50,68%, кислотно-детергентной клетчатки от 24,36 до 34,85%. В различных травостоях количество сырой клетчатки находится в пределах 26,87-30,28%.

Содержание структурных углеводов в заготовленных кормах (силос) представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Содержание структурных углеводов в силосах

| Вид корма                         | Содержание сырой клетчатки, % | Содержание NDF, % | Содержание ADF, % | Содержание гемицеллюлозы, % |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| Многолетние злаковые травы        | 27,96                         | 49,69             | 34,85             | 14,84                       |
| Многолетние бобовые травы         | 26,87                         | 45,22             | 31,30             | 13,92                       |
| Многолетние злаково-бобовые травы | 30,28                         | 45,23             | 34,26             | 10,97                       |
| Многолетние бобово-злаковые травы | 28,82                         | 50,68             | 34,47             | 16,21                       |
| Кукурузный                        | 27,47                         | 43,78             | 24,36             | 19,42                       |

Основываясь на результатах таблицы 2, можно сделать вывод, что самый оптимальный баланс NDF и ADF содержится в кукурузном силосе, который составил (NDF/ADF) 43,78/24,36 и в силосе из многолетних бобово-злаковых трав (NDF/ADF) 50,68/34,47. Это соотно-

шение структурных углеводов наиболее приближено к оптимуму по данным лаборатории физиологии пищеварения сельскохозяйственных животных.

В таблице 2 приведены фракции клетчатки для различных травостоев. Высокое содержание NDF означает, что компонент имеет высокое содержание клетчатки. Оценить способность к ферментации можно по разнице между NDF и ADF. Большая разница означает, что доля растворимой и, следовательно, легко ферментируемой клетчатки высока. Это становится понятным, например, в кукурузном силосе.

Относительно небольшая разница между NDF и ADF означает, что, хотя мы можем достичь хорошего механического насыщения, но кишечник получит недостаточно питания. Следовательно, плохо ферментируемых кормовых компонентов недостаточно в качестве единственного источника клетчатки, они должны быть дополнены легко ферментируемым сырьем.

По данным таблицы 2 видно, что содержание гемицеллюлозы составило 10,97–19,42%, а оптимальное количество гемицеллюлозы в рационах должно находиться в пределах 10–15 % сухого вещества, являясь запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток.

В новой системе зоотехнического анализа используют показатель «неструктурные углеводы» (NFC), включающий вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества находятся внутри растительной клетки и представлены крахмалом, растворимыми сахарами, пектином, органическими, главным образом летучими жирными кислотами (ЛЖК). Показатель NFC существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов. NFC быстро сбраживаются в рубце с образованием ЛЖК, поэтому важно знать оптимальные их концентрации в рационах коров, чтобы исключить ацидоз и другие метаболические проблемы у животных.

Содержание неструктурных углеводов в заготовленных кормах (силос) представлены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Содержание неструктурных углеводов

| Вид корма                         | Содержание сухого вещества, г | Усвояемость СВ корма, (УСВ, %) | Неструктурные углеводы, (NFC, %) |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Многолетние злаковые травы        | 207,84                        | 61,75                          | 23,05                            |
| Многолетние бобовые травы         | 243,00                        | 64,52                          | 29,85                            |
| Многолетние злаково-бобовые травы | 201,41                        | 62,21                          | 25,12                            |
| Многолетние бобово-злаковые травы | 275,32                        | 62,05                          | 18,18                            |
| Кукурузный                        | 224,99                        | 69,92                          | 38,44                            |

Содержание неструктурных углеводов варьируется от 18,18 до 38,44%. По нормам NRC–2001 максимальное количество NFC в рационах лактирующих коров должно составлять 36–44% сухого вещества, сухостойных – 20–35% сухого вещества. С другой стороны, этот показатель необходимо учитывать и для жизнестойкости и долголетия травостоев. Приведенные данные свидетельствуют, что содержание неструктурных углеводов в многолетних бобово-злаковых травостоях несколько меньше, чем в злаковых и бобовых травостоях, относительно гемицеллюлозы, в которой устоявшаяся закономерности не установлено. Что касается силоса из кукурузы, то NFC здесь составляет 38,44 и гемицеллюлоза – 19,42 %.

#### Заключение

Независимо от вида многолетних трав, количество ADF было существенно ниже NDF, в свою очередь ADF превосходит по содержанию сырой клетчатки. Методика определения сырой клетчатки занижает ее содержание. В этой связи возникла необходимость в использовании системы детергентного анализа для контроля качества травостоя в отношении углеводов, что дает возможность объективно оценить качество растительного сырья, используемого для заготовки кормов. В результате исследований грубоволокнистых кормов (силос) установлено, что они имеют разный процентный состав питательных веществ. В зависимости от вида корма количество NDF варьирует в значительных пределах – от 43,78% (силос из кукурузы) до 50,68% (силос мн. бобово-злаковых трав). В силосе из многолетних злаковых трав содержание NDF выше, чем в силосе из бобовых и злаково-бобовых трав. Содержание ADF в силосе из разных видов трав составляет от 25,36 до 34,85 %. Количество кислотно-детергентной клетчатки в кормах ниже количества нейтрально-детергентной, так как в составе первой отсутствуют гемицеллюлозы.

Содержание гемицеллюлозы в исследуемых кормах составило от 10,97 до 19,42 %.

Учитывая важную роль клетчатки, современные подходы к определению качества корма и его питательности предлагают введение новых параметров для характеристики качества кормов. На сегодняшний день не все хозяйства составляют рационы для своих подопечных, используя NDF и ADF, а по-прежнему прибегают к такому показателю, как сырая клетчатка. Однако, на наш взгляд, стоит перейти к более грамотному и детальному составлению рационов для обеспечения высокой молочной продуктивности коров в разные периоды лактации и перед запуском, чтобы не допустить ненужного жиротложения у коров или же худобы, снижения продуктивности и содержания в молоке жира и белка.

### **Литература:**

1. Гиниятуллин, Ш.Ш. Кормление коров по периодам лактации и организация раздоя коров / Ш.Ш. Гиниятуллин // Российский электронный научный журнал. – 2016. – № 1 (19). – С. 263-279.
2. Фоменко, П.А. Питательная ценность исходного сырья как основа доброкачественного корма / П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5. – № 1.
3. 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., 2018.
4. Серова, С.В. Качество силоса в хозяйствах Вологодской области / С.В. Серова, П.А. Фоменко // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 1 (13). – С. 43-48.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников [и др.]. – М., 2003. – 456 с.
6. Саханчук, А.И. Влияние фракционного состава клетчатки на переваримость кормов коровами в период сухостоя / А.И. Саханчук, А.А. Курепин // Животноводство и ветеринарная медицина, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь, 2012. – С. 5-9.
7. Муратова, Н.С. Влияние кормовых структурных углеводов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров / Н.С. Муратова, В.В. Танифа, В.Л. Лукичев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. – № 4 (48). – С. 121-125.

8. Ганущенко, О. Клетчатка в рационах жвачных / О. Ганущенко // Животноводство России. – 2019. – № 10. – С. 37-43.
9. Кузьмина, Л.Н. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров / Л.Н. Кузьмина, А.П. Карташова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 7 (198). – С. 56-64.
10. Колганова, Т.Ю. Уровень и качество структурных углеводов в рационе молочного скота / Т.Ю. Колганова // Главный зоотехник. – 2015. – № 3. – С. 9-14.
11. Лученок, Л.Н. Содержание структурных и неструктурных углеводов в травостое люцерны желтой, возделываемой на агроторфяных почвах / Л.Н. Лученок, О.В. Птащев, А.В. Юзупанов // Мелиорация. – 2019. – № 4 (90). – С. 58-65.
12. Сизова, Ю.В. Роль нейтрально-детергентной клетчатки в кормлении молочных коров / Ю.В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. – Т. 2. – № 6 (6). – С. 101-103.
13. Гусаров, И.В. Питательность и качественные показатели сочных кормов Вологодской области с учётом требований ГОСТа / И.В. Гусаров, П.А. Фоменко, Е.В. Богатырёва // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 3 (39). – С. 43-52.
14. Кузьмина, Л.Н. Углеводное питание высокопродуктивных голштин-холмогорских коров с учетом качества кормов и их доступности / Л.Н. Кузьмина // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 5.
15. Сизова, Ю.В. Функционально-метаболическое значение углеводов в кормлении коров / Ю.В. Сизова // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 4 (23). – С. 115-121.
16. Гусаров, И.В. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2020 год / И.В. Гусаров, П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева // Вологда, 2021.
17. Фоменко, П.А. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2021 год / П.А. Фоменко, И.В. Гусаров, Е.В. Богатырева. – Вологда, 2022.
18. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.
19. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества.
20. ГОСТ ISO 13906-2013. Межгосударственный стандарт. Корма для животных. Определение содержания кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ)

## References:

1. Giniyatullin Sh.Sh. Feeding cows according to lactation periods and arranging of milk yield increase in cows. Rossiyskiy elektronnyy nauchnyy zhurnal [Russian Electronic Scientific Journal], 2016, no. 1 (19), pp. 263-279. (In Russian)
2. Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. Nutritional value of raw materials as the basis for high-quality feeds. AgroZooTekhnika [Animal Husbandry], 2022, v. 5, no. 1 (In Russian)
3. Volgin V.I., Romanenko L.V., Prokhorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. Polnotsennoe kormlenie molochnogo skota - osnova realizatsii geneticheskogo potentsiala produktivnosti [Complete feeding of dairy cattle as the basis for realizing the genetic potential of productivity]. Moscow, 2018.
4. Serova S.V., Fomenko P.A. Silage quality in the farms of the Vologda region. Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2014, no. 1 (13), pp. 43-48. (In Russian)
5. Kalashnikov A.P. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Standards and diets for feeding agricultural animals]. Moscow, 2003. 456p.
6. Sakhanchuk A.I., Kurepin A.A. Influence of the fractional composition of fiber on the digestibility of feed by cows during the dry period. Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina [Animal husbandry and veterinary medicine], Zhodino, Republic of Belarus, 2012, pp. 5-9. (In Russian)
7. Muratova N.S., Tanifa V.V., Lukichev V.L. Influence of fodder structural carbohydrates on milk productivity and reproductive qualities of cows. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie [Modern high technologies. Regional application], 2016, no. 4 (48), pp. 121-125. (In Russian)
8. Ganushchenko O. Fiber in the diets of ruminants. Zhivotnovodstvo Rossii [Livestock in Russia], 2019, no. 10, pp. 37-43. (In Russian)
9. Kuzmina L.N., Kartashova A.P. Fiber quality and effectiveness of its use in the diets of Holstein-Kholmogory cows. Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals], 2020, no. 7 (198), pp. 56-64. (In Russian)
10. Kolganova T.Yu. Level and quality of structural carbohydrates in the diet of dairy cattle. Glavnyy zootekhnik [Chief livestock specialist], 2015, no. 3, pp. 9-14. (In Russian)
11. Luchenok L.N., Ptashets O.V., Yuzupanov A.V. Content of structural and non-structural carbohydrates in the herbage of yellow alfalfa cultivated on agro-peat soils. Melioratsiya [Land Reclamation], 2019, no. 4 (90), pp. 58-65. (In Russian)
12. Sizova Yu.V. Role of neutral detergent fiber in feeding dairy cows. Innovatsionnaya nauka [Innovative Science], 2015, v. 2, no. 6 (6), pp.

101-103. (In Russian)

13. Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. Nutritional value and quality indicators of succulent feeds in the Vologda region according to State Standard requirements. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin]*, 2020, no. 3 (39), pp. 43-52. (In Russian)

14. Kuzmina L.N. Carbohydrate nutrition of highly productive Holstein-Kholmogory cows with the account of feeds quality and availability *AgroZooTekhnika [Animal Husbandry]*, 2019, v. 2, no. 2, pp. 5. (In Russian)

15. Sizova Yu.V. Functional and metabolic significance of carbohydrates in feeding cows. *Vestnik NGIEI [Bulletin of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics]*, 2013, no. 4 (23), pp. 115-121. (In Russian)

16. Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyreva E.V. *Khimicheskiy sostav i pitatel'nost' kormov Vologodskoy oblasti za 2020 god [Chemical composition and nutritional value of feeds in the Vologda region over 2020]*. Vologda, 2021.

17. Fomenko P.A., Gusarov I.V., Bogatyreva E.V. *Khimicheskiy sostav i pitatel'nost' kormov Vologodskoy oblasti za 2021 god [Chemical composition and nutritional value of feeds in the Vologda region over 2021]*. Vologda, 2022.

18. State Standard 13496.4-2019. Feeds, compound feeds, compound feed raw materials. Methods for determining the content of nitrogen and crude protein.

19. State Standard 31640-2012. Feeds. Methods for determining the content of dry matter.

20. State Standard ISO 13906-2013. Interstate standard. Feeds for Animals. Determination of the acid-detergent fiber (ADF) and acid-detergent lignin (ADL) content.

## Content of structural carbohydrates in feeds made in the vologda region

Bogatyreva Elena Valer'evna, senior researcher of the chemical analysis laboratory

e-mail: sznii@list.ru

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

Fomenko Polina Anatol'evna, senior researcher of the chemical analysis laboratory

e-mail: sznii@list.ru

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

Mazilov Evgeniy Aleksandrovich, Candidate of Science (Economics)

e-mail: sznii@list.ru

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

**Keywords:** silage, crude fiber, NDF, ADF, nonstructural carbohydrates, hemicellulose.

### **Abstract**

A certain amount of crude fiber is necessary for ruminants as a source of energy to stimulate the rumen activity as well as to maintain health and milk fat content. It has a mechanical effect on the walls of the rumen and intestines, causes the motor function and peristalsis, lengthens the chewing process, and, finally, results in increased salivating; the saliva undergoes an alkaline reaction, which ensures the rumen acidity at a pH level of 6.5–7.0. The optimal fiber content in diets depends on the animal productivity, their physiological state, feeding structure and other factors. For cows, the optimal amount of crude fiber in the dry matter is to be 17–22%, and roughage fiber is to be at least 14%. For highly productive cows, this indicator is to be 16–18%. A decrease in fiber less than 16% causes digestive troubles, repropotion of volatile fatty acids and a decrease in milk fat. Excess fiber reduces digestibility and utilization of other nutrients.

# Продуктивность горчицы белой в лесостепной зоне Среднего Поволжья

Гущина Вера Александровна, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры растениеводства и лесного хозяйства

e-mail: [guschina.v.a@pgau.ru](mailto:guschina.v.a@pgau.ru)

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

Лыкова Анна Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры растениеводства и лесного хозяйства

e-mail: [lykova.a.s@pgau.ru](mailto:lykova.a.s@pgau.ru)

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

**Ключевые слова:** горчица белая (*Sinapis alba*), погодные условия, полевая всхожесть, сохранность, структура урожая, урожайность.

## Аннотация

Экспериментальная работа проводилась в 2020–2021 гг. при достаточном (ГТК – 1,30) и недостаточном (ГТК – 0,87) условиях увлажнения соответственно годам исследований на лугово-черноземной почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Посев сорта Люция с нормами высева от 1,5 до 3,0 млн шт./га всхожих семян с интервалом 0,5 млн проводили рядовым и черезрядным способами. Увеличение нормы высева семян от 1,5 до 3,0 млн шт./га не оказывало существенного влияния на полноту всходов, которая в среднем за два года исследований составила 81,0–82,0 % при рядовом посеве и 72,0–73,0 % с междурядьем 30 см. Наибольшая урожайность горчицы 1,93–2,04 т/га получена при нормах высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на рядовом посеве. Уменьшение или увеличение нормы высева, а также изменение ширины междурядий до 30 см приводит к существенному снижению урожайности семян (до 1,81 и 1,88 т/га).

Горчица (*Sinapis*) – растение семейства капустные (*Brassicaceae*). Как культура она начала свою историю из государств, прилегающих к

Средиземному морю. В странах западной Европы первые упоминания датируются XVI веком. В России горчица появилась в XVIII веке в Нижнем Поволжье, а впервые о ней в 1781 г. писал А.Т. Болотов в своей работе «О битье горчичного масла и о полезности оногo» [1].

Из большого количества видов горчицы наибольший интерес представляют три – белая (*Sinapis alba*), сизая или сарептская (*Brássica júncea*) и черная (*Brássica nígra*). Они имеют много одинаковых морфологических и биологических признаков. Выделяется еще один вид, который относится к сорнякам – это горчица полевая (*Sinapis arvensis L.*) [2].

Горчица белая (*Sinapis alba*) – одна из наиболее используемых человеком сельскохозяйственных культур. Основные её сырьевые продукты (семена, зеленый корм, зеленое удобрение, масло) представляют особый интерес по химическому составу и по широте использования [1]. Как и другие масличные культуры [3], она является источником получения высококачественного пищевого масла, содержание которого в семенах достигает 30–40% [4].

Горчичное масло представлено непредельными жирными кислотами: эруковой, обладающей высокой теплотворной способностью, на долю которой приходится 28,0–53,2 %; олеиновой ( $\omega$ -9) – 13,7–25,1 %, линолевой ( $\omega$ -6) – 4,9–17,4%, гадолевой 9,4–14,2%, линоленовой ( $\omega$ -3) – 8,0–12,0%. Из предельных кислот в масле горчицы обнаружены пальмитиновая и арахиновая кислоты [5].

Масло из горчицы широко применяется в различных отраслях народного хозяйства, в том числе его используют для мыловарения и изготовления косметических средств, лаков и красок, для выделки кожи, а также в химической и текстильной промышленности. Семена применяются при консервировании овощей. Добавление горчичного масла при изготовлении хлебобулочных изделий дольше сохраняет их свежесть. Жмых, оставшийся после получения масла, прекрасно поедается всеми видами животных поскольку содержит до 35,0 % белка, 11,0 % жира и 9,1 % клетчатки [2, 6]. В медицине жмых используется для производства горчичников [7].

Горчичное масло все большее значение приобретает в качестве источника дизельного топлива, что позволяет частично сократить потребление запаса природной нефти [8, 9, 10].

Кроме того, биомасса горчицы белой оказывает положительное влияние на плодородие почвы, ее биологические и физические свойства. Растения формируют в короткие сроки большую вегетативную массу, подавляя сорняки и выполняя почвопокровную функцию. В органическом земледелии шрот из семян можно вносить вместо гербицидов. Горчица

является прекрасным предшественником, поскольку ее корневая система хорошо разрыхляет почву и выделяет вещества, обладающие фитонцидным эффектом, при котором снижается инфицирование культурных растений фузариозной гнилью, фитофторозом, паршой клубней и ризоктониозом [11, 12].

Производственные посевы горчицы белой, преимущественно, находятся в Поволжье (73,4 %), Западной Сибири (6,6 %) и на Северном Кавказе (5,8 %) [7].

По своим биологическим свойствам горчица характеризуется как скороспелая, засухоустойчивая культура и неприхотливая к почвенно-климатическим условиям [14].

В настоящее время у сельскохозяйственных предприятий интерес к горчице повышается, появляются новые сорта, для которых необходимо разрабатывать элементы технологии выращивания [13]. К таким приемам относится установление оптимального способа посева и нормы высева, что и определяет цель исследований, так как сильно загущенные и, наоборот, изреженные агроценозы менее продуктивны.

#### Объект и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в 2020–2021 гг. на лугово-черноземной почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, которая характеризуется следующими агрохимическими показателями: реакция среды слабокислая (рН – 5,2) (ГОСТ 26483-85), величина гидролитической кислотности – 5,32 мг-экв./ 100 г почвы (ГОСТ 27821-88), степень насыщенности основаниями – 79 % (по М.Ф. Корнилову), содержание гумуса в пахотном горизонте 3,6 % (ГОСТ 26213-91), щелочногидролизуемого азота – 77,7 мг/кг почвы (по Корнфилду), подвижного фосфора и обменного калия – 36,2 и 78,6 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26204-91).

Объект исследований – горчица белая (*Sinápis álba*) сорт Люция. Схема опыта включала два фактора. Фактор А – способ посева: рядовой и черезрядный. Фактор В – нормы высева от 1,5 до 3,0 млн. шт./га всхожих семян с интервалом 0,5 млн.

Сорт горчицы белой Люция характеризуется скороспелостью, крупносемянностью, обладает устойчивостью к засухе и полеганию. Отличается стабильным урожаем с высоким содержанием эруковой кислоты (24,2%) и жира в семенах (20,0%). По жирнокислотному составу масло может использоваться на пищевые и технические цели [15].

Повторность опыта шестикратная, размещение делянок рендомизированное. Площадь делянок первого порядка 90,0 м<sup>2</sup>, второго – 2,0 м<sup>2</sup>. Предшественник – озимая пшеница. Одновременно с

посевом ранних яровых культур высевали горчицу на глубину 2-3 см. В фазе розетки листьев проведена обработка инсектицидом контактно-кишечного действия Децис Профи, ВДГ (250 г/кг Дельтаметрин) и гербицидом Пантера, КЭ (40 г/л квизалофоп-П-тефурил) для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками. Уборка урожая осуществлялась в фазу полной спелости семян.

Все приемы по выращиванию горчицы выстраивались с учетом климатических условий и рекомендаций для культуры в лесостепи Среднего Поволжья. Технологические операции по её возделыванию выполнены в оптимально рекомендованные сроки.

Эксперимент заложен в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985) [16]. Фенологические и биометрические наблюдения проводили в основные фазы роста и развития горчицы, определение структуры урожая, его учет и другие сопутствующие исследования осуществляли по методике Госсортсети (1971) и рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987) [17, 18]. Густоту стояния растений подсчитывали в фазу полных всходов и перед уборкой на учетных площадках 0,25 м<sup>2</sup> в двух несмежных повторениях. Статистическую обработку данных эксперимента проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) на персональном компьютере с использованием программы Excel 2020. Данные по метеоусловиям изложены на основании учета, проведенного Пензенским центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды.

#### Результаты исследований

Гидротермические условия в годы проведения исследований были различными (рис. 1). Все крестоцветные культуры предъявляют повышенные требования на начальных этапах онтогенеза к условиям увлажнения. Горчица также проявляет высокую чувствительность к иссушению верхнего слоя почвы [19]. При анализе погодных условий, в период вегетации горчицы в 2020 году установлено, что он отличался преимущественно достаточным увлажнением при оптимальном температурном режиме, что характеризуется гидротермическим коэффициентом (ГТК), который составил 1,3. В первой декаде мая, когда проводили посев, осадков выпало 73,8 мм, превышающих норму в 6,1 раза, температура была на 3,0°С выше среднегодовой, что и отразилось на появлении дружных всходов через пять суток после посева. Большое количество влаги и тепла (ГТК – 2,2) позволили развиваться хорошей розетке листьев растений. В фазу стеблевания горчицы выпало 21,8 мм осадков, средняя температура составила 18,0° С, то есть сложились условия достаточного увлажнения при ГТК – 1,2. Период бутонизация – цветение характеризовался как влажный (ГТК – 1,4), а цветение – плодообразование – засушливый (ГТК –

0,8). Созревание семян проходило дружно, т.к. в этот период отмечен дефицит осадков и жаркая погода (ГТК – 0,4).

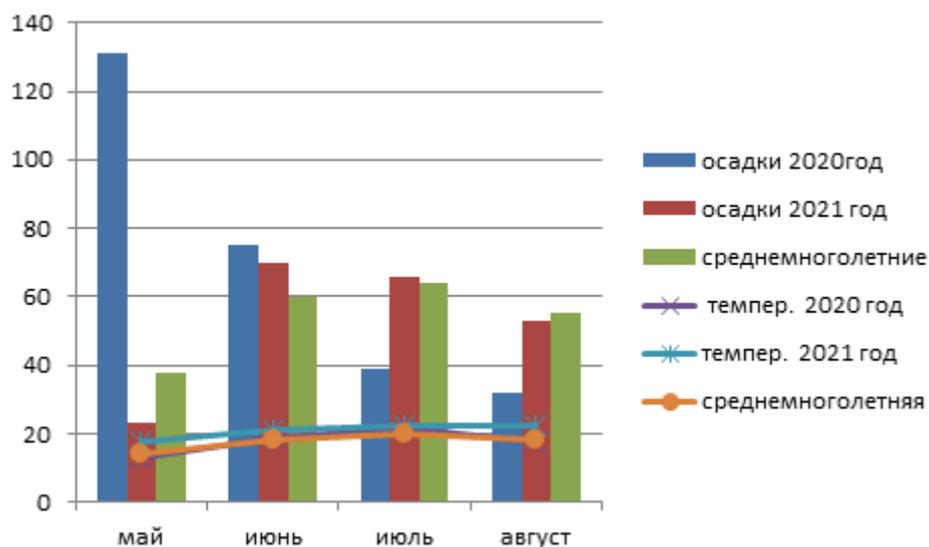


Рисунок 1 - Метеорологические условия в годы проведения исследований

Вегетационный период 2021 г. был засушливым с ГТК – 0,87, что типично для зоны с неустойчивым увлажнением. В таких сложных условиях удалось установить действие изучаемых факторов. Начало вегетации характеризовалось высокими температурами и сухостью воздуха (ГТК – 0,4), что повлияло на более длительное прорастание семян горчицы. При сложившихся условиях отмечалась высокая повреждаемость растений крестоцветными блошками. На начальных этапах развития растений важным фактором является оптимальная влажность почвы, особенно ее поверхностного слоя. В июне температурный режим и количество осадков приблизились к средним многолетним, что позволило характеризовать период всходы – стеблевание как влажный (ГТК – 1,5). Фаза бутонизации проходила при недостатке влаги и высокой среднесуточной температуре. ГТК при этом составил 0,5, то есть сложились засушливые условия. При более благоприятном гидротермическом режиме проходило цветение растений и созревание семян (ГТК – 0,9 и 1,0 соответственно).

Одним из элементов высокой продуктивности культуры является густота стеблестоя, которая обеспечивается своевременным получением полных, дружных и хорошо развитых всходов. Этот показатель обеспечивает 50 % всего урожая. На полевую всхожесть семян оказывают существенное влияние их качество, уровень агротехники и метеорологические условия в период посев – всходы [20].

В 2020 году в условиях более прохладной весны и при достаточном

количестве осадков поверхностный слой почвы не иссушался, поэтому полнота всходов была практически одинаковой. При рядовом посеве она составила 87,1–88,8%. Количество всходов находилось в пределах 130,7–262,5 шт./м<sup>2</sup>. При черезрядном посеве полевая всхожесть снизилась до 78,0 %, так как повышается засоренность и конкуренция за влагу. Во второй год исследований в период посева часть семян, попавших во влажный слой почвы проросла, но для дальнейшего развития проростков влаги было недостаточно и всходы не появились из-за повышенной чувствительности мелкосемянной культуры к влажности верхнего слоя почвы. В связи с этим при рядовом посеве полевая всхожесть снизилась на 11,7–13,0 % по отношению к прошедшему году и густота составила – 113,1–226,5 шт./м<sup>2</sup>. При черезрядном посеве, то есть с шириной междурядий 30 см, отмечалось снижение полевой всхожести в 1,2 раза.

В среднем за два года полевая всхожесть горчицы не превышала 82,3 %. Причем самая низкая полнота всходов (67,1–76,0 %) была в условиях засушливой весны 2021 года. Следовательно, всхожесть и густота стояния растений определяются количеством выпавших осадков и температурным режимом в период посев – всходы.

За период вегетации горчицы происходила частичная гибель растений от самоизреживания, повреждения вредителями, угнетения сорняками, а также от складывающихся метеорологических условий. Степень изреживания посевов тем больше, чем сильнее они загущены. При норме высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га сохранность растений в первый год исследований составила 70,8–79,6 % в зависимости от способа посева. Снижение нормы высева до 1,5 млн всх. семян/га повысило её на 4,7–6,5 %. Наибольший процент сохранившихся растений (79,6–84,3 %) в 2020 году наблюдали при рядовом посеве, на черезрядном – он снизился на 8,5–7,0 %. Снижение густоты стояния растений в 2021 году связано с низкой полевой всхожестью (67,1–76,0 %). Однако сохранность растений была лучше, поскольку растения между собой слабо конкурировали. Следует отметить, что с увеличением нормы высева она уменьшалась с 78,2 до 74,2 % на рядовом посеве, с 73,0 до 67,4 % – на широкорядном.

Таким образом, увеличение нормы высева семян горчицы белой снижает в агроценозе количество сохранившихся растений к уборке. Однако оптимальный продуктивный стеблестой создают нормы высева 2,0–2,5 млн всхожих семян на гектар.

Правильное определение нормы высева и способа посева, обеспечивают необходимую площадь питания растений и являются важным условием получения высокого урожая горчицы.

На формирование элементов структуры урожая оказывают влияние не только густота стояния растений, но и число стручков на них, семян в стручке и масса 1000 штук. С увеличением нормы высева от 1,5 до 3,0 млн семян на гектар интенсивность образования стручков снижалась, и на рядовом посеве в 2020 году на одном растении с наименьшей густотой сформировалось 37,2 стручка. Увеличение нормы высева в два раза способствовало менее интенсивному плодообразованию, и количество стручков снизилось до 28 шт. Аналогичная закономерность прослеживалась и при черезрядном посеве. В 2021 году у растений наблюдалось снижение количества стручков с 30,1 до 20,0 шт./раст. и с 38,2 до 31,2 шт./раст. соответственно изучаемым приемам.

Наиболее существенное влияние на формирование продуктивности горчицы оказывают масса 1000 семян и их число в стручке, количество которых в зависимости от элементов технологии изменялось незначительно. Независимо от ширины междурядий в 2020 году при наименьшей норме высева количество семян в стручке не превышало 11,0 штук, при увеличении нормы до 3 млн – 9,0 штук. Обсемененность стручка горчицы в 2021 году находилась в пределах 7,5–10,2 штук.

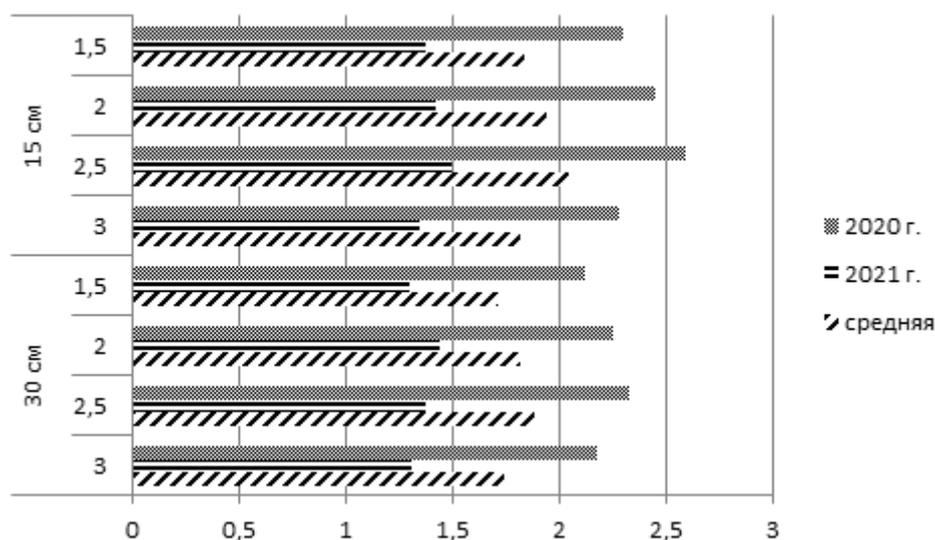
Наиболее крупные семена, с массой 1000 штук 5,15–5,96 г, получены в первый год исследований при рядовом способе посева. Увеличение ширины междурядий до 30 см снижало их массу на 0,61–1,06 г. Это связано с увеличением количества стручков на одном растении, семена в которых были мельче (4,54–4,90 г). Дефицит осадков в критический период развития горчицы (бутонизация и цветение) в 2021 году привел к снижению массы 1000 семян. При рядовом посеве их масса снизилась по отношению к предыдущему году на 0,15–0,33 г, при черезрядном – на 0,39–0,51 г.

Определяющим фактором в оценке изучаемых агроприемов служит урожайность, которая больше всего подвержена факторам окружающей среды. По годам исследований она значительно различалась. В оптимальном по гидротермическим условиям 2020 году урожайность горчицы в 1,6–1,7 раза была выше, чем во второй год исследований. Максимум (2,58 т/га) она достигала на рядовом посеве с нормой высева 2,5 млн шт./га (рис. 2).

При норме 2,0 млн она снизилась на 0,14 т/га. На тех же нормах высева с шириной междурядья 30 см урожайность семян составила 2,32 и 2,24 т/га. Оптимальная густота стояния растений имеет особенно большое значение, так как она сильно влияет на крупность, выравненность семян и урожайные свойства. На загущенных посевах возрастает конкуренция растений за потребление влаги из почвы, элементов питания и фотосинтетически активную радиацию. Увеличение

густоты стояния приводит к снижению числа и размеров генеративных органов на растении, и продуктивность резко падает.

В редких посевах горчицы формируются более мощные, хорошо облиственные и сильно ветвящиеся растения с большим количеством стручков и семян в них. Но индивидуальная продуктивность растений при норме 1,5 млн всхожих семян на гектар не компенсирует чрезмерную изреженность посевов и приводит к снижению урожайности при посеве с междурядьями 15 и 30 см до 2,29 т/га и 2,11 т/га соответственно.



НСР<sub>05γ</sub> т/га: 2020 год А – 0,038, В – 0,044, АВ – 0,074;  
2021 год А – 0,018, В – 0,029, АВ – 0,048.

Рисунок 2 - Урожайность горчицы белой, т/га

Наивысшую урожайность семян 1,41 и 1,49 т/га в 2021 году обеспечили те же нормы высева на рядовом посеве, что и в 2020 году. Дальнейшее её увеличение до 3,0 млн шт./га привело не только к перерасходу семян, но к снижению урожайности до 1,34 т/га.

#### Выводы

Для получения высоких урожаев горчицы белой в лесостепи Среднего Поволжья важно обеспечить полноценное индивидуальное развитие растений и сформировать стеблестой, оптимальный по структуре. Изменение площади питания растений путем регулирования нормы высева и способа посева позволило определить лучший вариант, который обеспечивает более благоприятные условия для формирования высокопродуктивных агроценозов. В среднем за два года наибольшая урожайность горчицы – 1,93–2,04 т/га на рядовом посеве – получена при нормах высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян. Уменьшение или увеличение нормы высева, а также изменение ширины междурядий до 30 см приводит к существенному снижению урожайности семян (до

1,81 и 1,88 т/га).

### Литература:

1. Горчица белая. История, применение. Сорты селекции ВНИИМК / Е.Ю. Шипиевская, О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Эффективное растениеводство. – 2018. – № 8. – С. 66-68. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36412454>
2. Велкова, Н.И. Использование горчицы белой для расширения медоносных ресурсов ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.И. Велкова. – Орел, 2004. – 17 с. – URL: <https://elibrary.ru/nhvlxh>
3. Арефьев, А.Н. Влияние гербицидов на продуктивность льна масличного / А.Н. Арефьев, Д.В. Бражников // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 4(44). – С. 8-19. – URL: [https://doi.org/10.52231/2225-4269\\_2021\\_4\\_8](https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_8)
4. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в нечерноземной зоне России / Д.В. Виноградов, К.В. Наумцева, Е.И. Лупова и др. // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 4(44). – С. 126-131. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584090>
5. Antova, G.A. Lipid composition of mustard seed oils (*Sinapis alba* L.) / G.A. Antova, M.I. Angelova-Romova, Z.Y. Petkova, O.T. Teneva, M.P. Marcheva // Bulgarian chemical communications. – 2017. – V. 49. – Pp. 55–60.
6. Лупова, Е.И. Продуктивность рапса ярового в условиях южной части нечерноземной зоны / Е.И. Лупова // Вестник РГАТ. – 2021 – №3. – С. 48-55. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47161910>
7. Воловик, В.Т. Горчица белая – значение, использование / В.Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство – 2020 № 2. – С. 41-67. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43789563>
8. Уханов, А.П. Перспективы использования биотоплива из горчицы / А.П. Уханов, В.А. Голубев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №1(13). – С. 88-93.
9. Gushchina, V.A. The Substantiation of The Seeding Rate of Spring Rape in The Conditions of Unstable Moistening of Forest-Steppe of The Middle Volga Region / V.A. Gushchina, A.S. Lykova, O.A. Sharunov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – № 9 (1). – P. 149-154. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35164805>
10. Yesilyurt, M.K., Arslan M., Eryilmaz T. Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil / M.K. Yesilyurt, M. Arslan, T. Eryilmaz //

International journal of green energy. – 2019. – V. 16, no. 1. – Pp. 60–71.

11. Новые сорта капустных селекции ВНИИ кормов / В.Т. Воловик, С.Е. Медведева, Т.В. Леонидова и др. – М.: Угрешская типография, 2011. – С. 212-222. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18901201>

12. Morra, M.J. Bioherbicidal activity of Sinapis alba seed meal extracts / M.J. Morra, I.E. Popova, R.A. Boydston // Industrial crops and products. – 2018. – V. 115. – Pp. 174–181.

13. Практикум по растениеводству / Д. В. Виноградов, Н. В. Вавилова, Н. А. Дуктова, Е. И. Лупова. – Рязань, 2018. – 320 с. – URL: <https://elibrary.ru/yshdch>

14. Righini, D. The bio-based economy can serve as the springboard for Camelina and Crambe to quit the limbo / [D. Righini](#), [F. Zanetti](#), [A. Monti](#) // [Oilseeds and fats, Crops and Lipids](#). – 2016. – № 23 (5). – P. 13-16.

15. Новые сорта масличных культур семейства Brassicaceae селекции Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства / А.А. Смирнов, Т.Я. Прахова, Л.Е. Вельмисева, В.А. Прахов // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 3(7). – С. 95-102. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27698346>

16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

17. Юрина, А.В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / А.В. Юрина. – Екатеринбург, 1985. – 110 с.

18. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под ред. В.М. Лукомца. – Краснодар: ВНИИМК, 2007. – 112 с.

19. Гущина, В.А. Изменение урожайности и качества маслосемян ярового рапса в зависимости от приемов возделывания и погодных условий / В.А. Гущина, А.С. Лыкова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 6 (80). – С. 9-12. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16346053>

20. Гущина, В.А. Влияние сорта и гидротермических условий периода вегетации на продуктивность ярового рапса / В.А. Гущина, А.С. Лыкова // [Нива Поволжья](#). – 2015. – №2(35). – С. 13-18. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23859142>

## References:

1. Shipievskaya E.Yu., Serdyuk O.A., Trubina V.S, Gorlova L.A. White Mustard (Sinapis Alba). History, application. Selected varieties of The All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. *Effektivnoe rastenievodstvo*

[Effective Crop Production], 2018, no. 8, pp. 66-68. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36412454> (In Russian)

2. Velkova N.I. Ispol'zovanie gorchitsy beloy dlya rasshireniya medonosnykh resursov TsChR. Avtoref. Kand. Dis. [Use of white mustard for expanding the melliferous resources of the Central Chernozem Region. Extended Abstract of Cand. Dis.]. Orel, 2004. 17 p. Available at: <https://elibrary.ru/nhvlyx>

3. Aref'ev A. N., Brazhnikov D. V. Herbicide effect on oil flax productivity. Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2021, no. 4 (44), pp. 8-19. Available at: [https://doi.org/10.52231/2225-4269\\_2021\\_4\\_8](https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_8) (In Russian)

4. Vinogradov D.V., Naumtseva K.V., Lupova E.I. Productivity of white mustard when using modern liquid fertilizers in the Non-Chernozem zone of Russia. Vestnik RGATU [Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University], 2019, no. 4 (44), pp. 126-131. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41584090> (In Russian)

5. Antova G.A., Angelova-Romova, Petkova Z.Y., Teneva O.T., Marcheva M.P. Lipid composition of mustard seed oils (*Sinapis alba* L.). Bulgarian chemical communications. 2017, v. 49, pp. 55-60.

6. Lupova E.I. Productivity of spring rape in the southern part of the Non-Chernozem zone. Vestnik RGATU [Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University], 2021, no. 3, pp. 48-55. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47161910> (In Russian)

7. Volovik V.T. White mustard, Its significance and use. Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive feed production], 2020, no. 2, pp. 41-67. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43789563> (In Russian)

8. Ukhanov A.P., Golubev V.A. Prospects of using biofuel made from mustard Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2011, no. 1 (13), pp. 88-93. (In Russian)

9. Gushchina V.A., Lykova A.S., Sharunov O.A. The substantiation of the seeding rate of spring rape in the conditions of unstable moistening of forest-steppe of the middle Volga region. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018, no. 9 (1), pp. 149-154. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35164805>

10. Yesilyurt M.K., Arslan M., Eryilmaz T. Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil. International journal of green energy, 2019, v. 16, no. 1, pp. 60-71.

11. Volovik V.T., Medvedeva S.E., Leonidova T.V. Nove sorta kapustnykh selektsii VNII kormov [New cabbage varieties in selection of the

All-Russian Scientific Research Institute of Feeds]. Moscow, Ugreshskaya Printing House, 2011, pp. 212-222. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18901201>

12. Morra M.J., Popova I.E., Boydston R.A. Bioherbicidal activity of *Sinapis alba* seed meal extracts. *Industrial crops and products*. 2018, v. 115, pp. 174–181.

13. Vinogradov D.V., Vavilova N. V., Duktova N. A., Lupova E. I. *Praktikum po rastenievodstvu [Practical Course on Plant Cultivation]*. Ryazan, 2018. 320p. Available at: <https://elibrary.ru/yshdch>

14. Righini D., Zanetti F., Monti A. The bio-based economy can serve as the springboard for *Camelina* and *Crambe* to quit the limbo. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2016, no. 23 (5), pp. 13-16.

15. Smirnov A.A., Prakhova T.Ya., Vel'miseva L.E., Prakhov V.A. New varieties of oilseeds of the Brassicaceae family, selected by the Penza Scientific Research Institute of Agriculture. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki [Tauride Bulletin of Agrarian Science]*, 2016, no. 3(7), pp. 95-102. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27698346> (In Russian)

16. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta [Methods of field experiment]*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351p.

17. Yurina A.V. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methods of state variety testing of agricultural crops]*. Ekaterinburg, 1985. 110 p.

18. Lukomets V.M. *Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methods for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds]*. Krasnodar, VNIIMK Publ., 2007. 112 p.

19. Gushchina V.A. Changes in the yield and quality of spring rapeseed oilseeds depending on cultivation methods and weather conditions. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2011, no. 6 (80), pp. 9-12. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16346053> (In Russian)

20. Gushchina V.A., Lykova A.S. Influence of variety and hydrothermal conditions of the growing season on spring rapeseed productivity. *Niva Povolzh'ya [Crop Field of the Volga region]*, 2015, no. 2 (35), pp. 13-18. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23859142> (In Russian)

## Productivity of white mustard in the forest-steppe zone Middle Volga Region

Gushchina Vera Aleksandrovna, Doctor of Science (Agriculture), Professor of the Plant Growing and Forestry Chair

e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

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

Lykova Anna Sergeevna, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of the Plant Growing and Forestry Chair

e-mail: lykova.a.s@pgau.ru

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

**Keywords:** white mustard (*Sinapis alba*), weather conditions, field germination, survival, yield structure, yielding capacity.

### Abstract

The experimental work has been carried out in 2020-2021 under sufficient (HTI-1.30) and insufficient (HTI - 0.87) moisture conditions, respectively to the years of research, on the meadow-chernozem soil of the collection plot in the FSBEI HE Penza State Agrarian University. Lucia variety has been sown at the seeding rate from 1.5 to 3.0 million pcs/ha of germinating seeds with 0.5 million interval in rows and in skip-rows. An increase in the seeding rate from 1.5 to 3.0 million pcs/ha has not had a significant effect on the volume of seedlings, which, on average, has been 81.0...82.0% in row sowing and 72.0...73.0% in a thirty-centimeter-inter-row sowing over the two years of research. The highest yield of mustard 1.93...2.04 t/ha was obtained at seeding rates of 2.0 and 2.5 million germinating seeds in row sowing. A decrease or increase in the sowing rate, as well as a change in row spacing up to 30 cm, results in a significant decrease in seed yield (up to 1.81 and 1.88 t/ha).

# Влияние приёмов уборки на урожайность, биохимический состав семян и масла льна масличного

Елисеев Сергей Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства

e-mail: psaa-eliseev@mail.ru

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Ренёв Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства

e-mail: evgeniirenev@mail.ru

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Бояршинова Елена Вадимовна, аспирант кафедры растениеводства

e-mail: l.boyarshinova@yandex.ru.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

**Ключевые слова:** лён масличный, срок уборки, десикация, урожайность семян, биохимический состав семян, жирно-кислотный состав масла.

## Аннотация

В статье приведены результаты трехлетних исследований по влиянию приёмов уборки льна масличного на урожайность семян, сбор и качественные показатели масла. Опыт заложен по методике Б.А. Доспехова на дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почве, сопутствующим наблюдениям и исследованиям проведены по общепринятым методикам и ГОСТам. Изучены приёмы уборки льна масличного сорта Уральский в Среднем Предуралье. Десикацию проводили препаратом

контактного действия Реглон-Эйр, ВР. По результатам исследования установлено, что приёмы уборки оказывают влияние на урожайность семян льна масличного. При десикации посева в период от 50 до 100% бурых коробочек с последующей однофазной уборкой и однофазной уборке в 100% бурых коробочек без десикации урожайность составила 1,35–1,51 т/га и сбор жира – 609–677 кг/га. Биохимический состав семян и масла не зависит от приёмов уборки.

В пищевой и технической отраслях промышленности лён масличный считается значимой сельскохозяйственной культурой. На сегодняшний день семена льна масличного активно применяют в качестве сырья для производства быстровысыхающего масла, функциональной пищевой и кормовой добавки [1]. Льняное масло занимает одно из ведущих мест по объёму производства в мире и ценится как техническое масло для технических целей. За счёт высокого йодного числа масло обладает хорошей высыхающей способностью, что обеспечивает его широкое применение во многих отраслях промышленности [2].

Все большее значение уделяют пищевому льняному маслу. Это обусловлено его лечебными и диетическими свойствами [3]. Высокая биологическая ценность льняного масла в значительной степени определяется витаминами F, A, E, K, полиненасыщенными жирными кислотами и насыщенными жирными кислотами [4]. По данным разных источников массовая доля жира в семенах сортов льна масличного варьируется от 40 до 55% [5–8], содержание клетчатки – 28%, белка – до 30%, углеводов – 6% и 4% золы. [2, 9–12]. Семена богаты такими полезными веществами как органические вещества, макро- и микроэлементы, белки, жирные кислоты, эфиры [13].

Жирно-кислотный состав имеет важное значение для получения качественного масла [14]. Основные жирные кислоты льняного масла: ненасыщенные – олеиновая (18:1), линолевая (18:2) и линоленовая (18:3) и насыщенные – пальмитиновая (16:0), стеариновая (18:0) [15].

Характерной отличительной особенностью льняного масла является оптимальное для усвоения количество полиненасыщенной альфа-линоленовой кислоты и наиболее низкое содержание нежелательных для потребления насыщенных жирных кислот [12]. Линоленовая кислота участвует в росте и развитии мозга. Полиненасыщенные жирные кислоты влияют на работу сердечно-сосудистой и нервной системы и участвуют в регуляции обменных процессов в клетках [16].

Мнения ученых относительно влияния приёмов уборки на содержание масла в семенах льна и его качество неоднозначны.

Исследователи Рязанского ГАУ отмечают, что содержание масла в семенах повышается по мере их созревания до полной спелости. В период начала образования семян содержание масла составляет 8,1% и к полной спелости достигает 43,2%. В масле, полученном из семян, не достигших полной спелости, преобладают олеиновая и нежелательные насыщенные кислоты, позднее образуются линоленовая и линолевая кислоты [17]. Однако исследования, выполненные в Уральском НИИСХ свидетельствуют, что срок уборки не оказывает влияния на содержание жира в семенах льна [18].

На качественные показатели семян и масла влияет не только срок уборки, но и срок проведения десикации. Десикация в ранние фазы созревания может отрицательно влиять на срок годности полученного масла [19]. Ряд исследователей утверждают, что предварительная десикация посева способствует увеличению содержания жира в семенах. Исследователи Ижевской ГСХА В. Н. Гореева и Е. В. Корепанова отмечают тенденцию увеличения содержания жира на 1,8–2,5% при десикации в раннюю жёлтую и жёлтую спелость [20]. В условиях Северного Казахстана лучшие показатели по масличности семян отмечены также на вариантах с предварительной десикацией – 43,3–44,1% [21].

В Среднем Предуралье влияние приемов уборки на показатели качества продукции льна масличного единичны и требуют уточнений.

Цель исследования – выявить влияние приёмов уборки на урожайность семян, выход масла и качественные показатели семян и льняного масла.

Задачи исследования:

- 1) определить урожайность семян в зависимости от приёмов уборки;
- 2) выявить оптимальный приём уборки для наибольшего сбора масла;
- 3) определить биохимический состав семян и льняного масла.

Методика исследований

Полевой опыт закладывали в 2019–2021 гг. на базе учебно-научного опытного поля Пермского ГАУ. Объект исследования – сорт Уральский. Схема опыта: 1 – с десикацией, 50% бурых коробочек в посеве; 2 – с десикацией, 75% бурых коробочек в посеве; 3 – с десикацией, 100% бурых коробочек в посеве (контроль); 4 – через 3 суток после 100%, с десикацией; 5 – через 6 суток после 100%, с десикацией; 6 – через 9 суток после 100%, с десикацией; 7 – без десикации, 100% бурых коробочек в посеве, (контроль); 8 – без десикации, через 3 суток после 100%; 9 – без десикации, через 6 суток после 100%; 10 – без десикации, через 9 суток после 100%.

Размещение вариантов в опыте систематическое методом расщепленных делянок. Повторность в опыте четырехкратная. Общая площадь делянки – 49 м<sup>2</sup> (ширина делянки – 2 м, длина – 27,2 м). Учетная площадь делянки – 40 м<sup>2</sup>. Закладку опыта проводили в соответствии с методикой полевого опыта [22], сопутствующие наблюдения и исследования проведены по общепринятым методикам и ГОСТам.

Опыт закладывали на наиболее распространенной в Среднем Предуралье дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почве, характеризующейся низким содержанием гумуса в пахотном слое – 1,7–2,6%. Обменная кислотность в 2019 г. составила 6,2 – нейтральная, в 2020–2021 гг. – 5,2 – слабокислая. Сумма поглощенных оснований повышенная и высокая – 19,03–23,7 мг\*экв./100 г. Гидролитическая кислотность – 0,64–2,18 мг\*экв./100 г. Насыщенность почвы основаниями составляет 92–97%.

Десикацию проводили препаратом контактного действия Реглон-Эйр, ВР в дозе 2 л/га. Для десикации использовали ранцевый опрыскиватель. Уборку проводили однофазным способом, в вариантах с применением десиканта – через 5 суток после десикации.

Биохимический анализ семян льна масличного определяли по всем вариантам в трёхкратной повторности. Содержание сырого жира по обезжиренному остатку в аппарате Сокслета – по ГОСТ 13496.15-2016, сырой золы путём озоления органических веществ по – ГОСТ 32933-2014, содержание сырого белка по методу Кьельдаля – по ГОСТ 13496.4-2019. Жирно-кислотный состав льняного масла по – ГОСТ 30418-96 методом газовой хроматографии. Кислотное число – по ГОСТ 31933-2012 титриметрическим методом с потенциометрической индикацией. Йодное число определяли арбитражным методом по ГОСТ Р ИСО 3961-2020.

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам трёхлетних исследований урожайность льна масличного зависит от срока десикации и однофазной уборки. В среднем за годы исследований она варьировалась от 1,09 до 1,51 т/га (табл. 1). Наибольшая урожайность семян была отмечена при десикации в фазах 50–100% бурых коробочек – 1,41–1,51 т/га и в фазе 100% без десикации – 1,35 т/га.

Таблица 1 – Влияние приёмов уборки на урожайность семян льна масличного, т/га, среднее за 2019–2021 гг.

| Срок десикации и однофазной уборки      | Урожайность |
|---|-------------|
| с десикацией, 50%*                      | 1,41        |
| с десикацией, 75%                       | 1,51        |
| с десикацией, 100%, (к)                 | 1,41        |
| через 3 суток после 100%, с десикацией  | 1,31        |
| через 6 суток после 100%, с десикацией  | 1,19        |
| через 9 суток после 100%, с десикацией  | 1,09        |
| без десикации 100%, (к)                 | 1,35        |
| без десикации, через 3 суток после 100% | 1,29        |
| без десикации, через 6 суток после 100% | 1,14        |
| без десикации, через 9 суток после 100% | 1,11        |
| НСР <sub>05</sub>                       | 0,15        |
| * Процент бурых коробочек в посеве.     |             |

Тенденция снижения урожайности отмечена при проведении десикации через 3 суток после фазы 100% на 0,1 т/га и без десикации на 0,06 т/га. При перестое посева на 6 и 9 суток урожайность семян существенно снижается – соответственно на 0,22–0,32 т/га и 0,21–0,24 т/га (НСР<sub>05</sub>=0,15 т/га).

Массовая доля жира в семенах изменяется в среднем от 43,2 до 45,7% (табл. 2). Наибольшая массовая доля жира 44,7–45,5% отмечается при уборке в период 75–100% с предварительной десикацией посева и в фазе 100% без десикации – 45,7%. Уборка после фазы 100% в течение 9 суток не снижает массовую долю жира в семенах.

Таблица 2 – Массовая доля и сбор жира в зависимости от приёмов уборки, среднее за 2019–2021 гг.

| Срок десикации и однофазной уборки      | Массовая доля жира, % | Сбор жира, кг/га |
|---|-----------------------|------------------|
| с десикацией, 50%*                      | 43,2                  | 609              |
| с десикацией, 75%                       | 44,7                  | 677              |
| с десикацией, 100%, (к)                 | 45,5                  | 640              |
| через 3 суток после 100%, с десикацией  | 43,8                  | 575              |
| через 6 суток после 100%, с десикацией  | 44,8                  | 534              |
| через 9 суток после 100%, с десикацией  | 44,5                  | 487              |
| без десикации 100%, (к)                 | 45,7                  | 616              |
| без десикации, через 3 суток после 100% | 44,4                  | 573              |
| без десикации, через 6 суток после 100% | 45,2                  | 517              |
| без десикации, через 9 суток после 100% | 45,2                  | 480              |
| НСР <sub>05</sub>                       | 1,5                   | 61               |
| * Процент бурых коробочек в посеве.     |                       |                  |

Сбор жира в бóльшей степени зависит от урожайности семян, чем от их масличности. Выявлена тесная прямая корреляционная зависимость сбора жира и урожайности семян ( $r=0,9$ ). Максимальный сбор жира – 609–677 кг/га обеспечила уборка с предварительной десикацией посева в фазах 50–100% и уборка в 100% бурых коробочек без десикации.

Содержание сырого протеина в семенах составляет 23,4–24,3% и не зависит от приёмов уборки.

Таблица 3 – Содержание сырой золы и сырого протеина в семенах в зависимости от приёмов уборки, %, среднее за 2019–2021 гг.

| Срок десикации и однофазной уборки      | Сырая зола          | Сырой протеин       |
|---|---------------------|---------------------|
| с десикацией, 50%*                      | 4,3                 | 24,1                |
| с десикацией, 75%                       | 4,1                 | 23,6                |
| с десикацией, 100%, (к)                 | 4,2                 | 23,9                |
| через 3 суток после 100%, с десикацией  | 4,1                 | 24,3                |
| через 6 суток после 100%, с десикацией  | 4,3                 | 23,7                |
| через 9 суток после 100%, с десикацией  | 4,2                 | 23,5                |
| без десикации 100%, (к)                 | 4,3                 | 23,9                |
| без десикации, через 3 суток после 100% | 4,4                 | 23,9                |
| без десикации, через 6 суток после 100% | 4,2                 | 23,4                |
| без десикации, через 9 суток после 100% | 4,3                 | 23,7                |
| НСР <sub>05</sub>                       | $F_{\phi} < F_{05}$ | $F_{\phi} < F_{05}$ |
| * Процент бурых коробочек в посеве.     |                     |                     |

Определенных закономерностей содержания сырой золы в семенах льна масличного в зависимости от приёмов уборки не выявлено. В среднем за годы исследований содержание сырой золы изменяется от 4,1 до 4,4% (табл. 3).

Биохимический состав масла в зависимости от приёмов уборки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Биохимический состав масла в зависимости от приёмов уборки, среднее за 2020, 2021 гг.

| Наименование показателя             | Срок десикации и однофазной уборки |              |                   |                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|
|                                     | с дес., 50%*                       | с дес., 75%, | с дес., 100%, (к) | без дес., 100%, (к) | без дес., через 6 суток после 100% |
| Миристиновая кислота, %             | 0,05                               | 0,06         | 0,04              | 0,04                | 0,04                               |
| Пальмитиновая кислота, %            | 5,16                               | 5,15         | 5,16              | 5,14                | 5,13                               |
| Пальмито-леиновая кислота, %        | 0,06                               | 0,06         | 0,07              | 0,05                | 0,06                               |
| Стеариновая кислота, %              | 4,20                               | 4,20         | 4,20              | 4,20                | 4,30                               |
| Олеиновая кислота, %                | 16,90                              | 17,10        | 17,00             | 17,00               | 17,00                              |
| Линолевая кислота, %                | 14,50                              | 14,60        | 14,60             | 14,50               | 14,50                              |
| Линоленовая кислота, %              | 58,00                              | 57,10        | 58,00             | 58,00               | 58,10                              |
| Арахиновая кислота, %               | 0,10                               | 0,10         | 0,10              | 0,10                | 0,10                               |
| Гондоиновая кислота, %              | 0,10                               | 0,10         | 0,10              | 0,10                | 0,10                               |
| Бегеновая кислота, %                | 0,10                               | 0,10         | 0,10              | 0,10                | 0,10                               |
| Эруковая кислота, %                 | 0,10                               | 0,10         | 0,10              | 0,10                | 0,10                               |
| Йодное число, г/100 г жира          | 167                                | 168          | 170               | 170                 | 170                                |
| Кислотное число, мг КОН/г           | 2,2                                | 2,2          | 2,2               | 2,2                 | 2,2                                |
| * Процент бурых коробочек в посеве. |                                    |              |                   |                     |                                    |

Массовая доля насыщенных жирных кислот в масле не превышает 10%. Содержание пальмитиновой кислоты составляет 5,13–5,16%, стеариновой – 4,20–4,30%. Содержание основной полиненасыщенной линоленовой кислоты изменяется от 57,10 до 58,10%. Массовая доля олеиновой и линолевой кислот составила 16,90–17,10% и 14,50–14,60% соответственно. Определенной закономерности влияния приёмов уборки на жирнокислотный состав масла не выявлено.

Кислотное число в зависимости от приёмов уборки не изменялось и составило 2,2 мг КОН/г. Йодное число составило 167–170 г/100 г жира. К более поздним срокам уборки отмечена тенденция его увеличения на 2-3 единицы.

#### Выводы

В условиях Среднего Предуралья наибольшая урожайность семян

– 1,35–1,51 т/га получена при предварительной десикации посевов льна масличного сорта Уральский в фазах 50–100% бурых коробочек и при однофазной уборке в 100% бурых коробочек без десикации. При оптимальных приёмах уборки сбор жира был наибольшим и составил – 609–677 кг/га. Содержание жира в семенах достигает наибольшего значения 44,7–45,7% в период 75–100% бурых коробочек в посеве и в дальнейшем существенно не изменяется. Содержание сырой золы и сырого протеина не зависит от изучаемых приёмов уборки. Массовая доля жирных кислот и кислотное число полученного масла не зависят от приёмов уборки. Йодное число имеет тенденцию к увеличению к фазе 100% бурых коробочек в посеве.

### Литература:

1. Колотов, А. П. Особенности возделывания льна масличного в Свердловской области / А. П. Колотов // Нива Урала. – 2013. – № 1/2. – С. 6-8.
2. Краснова, Д. А. Изменение содержания белка в семенах льна в зависимости от генетических особенностей сорта / Д. А. Краснова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 22-24.
3. Живетин, В. В. Лен на рубеже XX и XXI веков / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург. – М.: ИПО «Полигран», 1998. – 184 с.
4. Биологическая активность льняного масла как источника ω-3 а-линоленовой кислоты / О. М. Ипатова, Н. Н. Прозоровская, В. С. Баранова, Д. А. Гусева // Биомед. химия. – 2004. – Т. 50. – Вып. 1. – С. 25-28.
5. Виноградов, Д. В. Экспериментальное обоснование технологии выращивания льна масличного сорта Санлин / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета имени П. А. Костычева. – 2013. – № 2 (18). – С. 7-12.
6. Рудік, О. Л. Оцінка технологій збирання льону олійного, призначеного для подвійного використання / О. Л. Рудік, Н. М. Рудік // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2017. – № 24. – С. 208-215.
7. Лен масличный – культура перспективная / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков, Л. М. Захарова // Защита и карантин растений. – 2013. – № S2. – С. 61-80.
8. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур / И. В. Шведов, Г. З. Шишков, В. С. Петибская [и др.] // Технологические свойства новых гибридов сортов масличных и эфирномасличных культур. Научно-технические аспекты производства

экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами : сб. трудов по мат-лам междунар. научно-производств. конференции (5-6 июня 2003 : Краснодар). – Краснодар : Советская Кубань, 2003. – С. 80-87.

9. Адаптивные технологии возделывания масличных культур / С. В. Гаркуша, В. М. Лукомец, Н. И. Бочкарев [и др.]. – Краснодар : Издательство Плюс, 2011. – 184 с.

10. Новое печение из овсяной муки / Л. П. Пашенко, В. Л. Пашенко, Л. А. Коваль, И. В. Ущуповский // Кондитерское производство. – 2007. – № 3. – С. 24-26.

11. К вопросу о пищевой безопасности семян льна и продуктов их переработки / Т. Б. Цыганова, И. Э. Миневиц, В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова // Хлебопечение России. – 2017. – № 2. – С. 23-26.

12. Микроэлементный состав льняного масла / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, А. В. Жевнеров, А. Ю. Волков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 54-56.

13. Леконцева, Т. А. Перспективные образцы льна для пищевого использования / Т. А. Леконцева, Н. И. Юферева, Е. С. Стаценко // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: сб. трудов по материалам всерос. науч.-практ. конф. с межд.участием (24 апреля 2014 : Новосибирск). – Новосибирск: изд-во НГАУ, 2014. – С.212-215.

14. К технологии возделывания льна масличного в условиях южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации / Н. А. Артемова, Д. В. Виноградов, В. И. Перегудов, А. В. Поляков // Актуальные проблемы нанобиотехнологии и инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов: сб. трудов по материалам V Российской науч.-практич. конф. – М. : РАЕН, 2009. – С. 44-50.

15. Биохимическое разнообразие льна по жирнокислотному составу семян в генетической коллекции ВИР и влияние условий среды на его проявление / Е. А. Пороховинова, Т. В. Шеленга, Л. А. Косых [и др.] // Экологическая генетика. – 2016. – Т. 14. – № 1. – С. 13-26.

16. Запорожная, Л. И. Характеристика и биологическая роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот / Л. И. Запорожная, И. В. Гаммель // Медицинский совет. – 2012. – № 1. – С. 134-136.

17. Виноградов, Д. В. Жирнокислотный состав семян льна масличного сорта Санлин / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич, А. В. Поляков // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 3. – С. 71-75.

18. Колотов, А. П. Качество основной продукции льна масличного в условиях Среднего Урала / А. П. Колотов // Пермский аграрный

вестник. – 2017 – № 2. – С. 23-28.

19. Недостатки десикации при обработке масличных культур / А. Н. Лисицын, В. Н. Григорьева, И. А. Лисицына, Н. В. Кузнецова // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. – 2020. – № 1-2. – С. 12-18.

20. Гореева, В. Н. Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного при разных приемах уборки / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Современные достижения селекции растений – производству : сб. трудов по материалам Национальной науч.-практ. конф. (15 июля 2021 : Ижевск) / Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2021. – С. 75-79.

21. Тулькубаева, С. А. Возделывание льна масличного при прямом посеве в условиях Северного Казахстана / С. А. Тулькубаева, В. Г. Григорьевич // Новые технологии. – 2017. – № 1. – С 104-112.

22. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стереотип. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

### References:

1. Kolotov A. P. Features of oilseed flax cultivation in the Sverdlovsk region. Niva Urala [Niva of the Urals], 2013, no. 1/2, pp. 6-8. (In Russian)

2. Krasnova D.A. Changes in the protein content in flax seeds depending on the genetic characteristics of the variety. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of agriculture], 2010, no. 2, pp. 22-24. (In Russian)

3. Zhivetin V.V. Len na rubezhe XX i XXI vekov [Flax at the turn of the XX and XXI centuries], 1998, pp. 184. (In Russian) **НЕТ ИЗДАТЕЛЬСТВА**

4. Ipatova O.M., Prozorovskaya N.N., Baranova V. S., Guseva D.A. Biological activity of flaxseed oil as a source of w-3 a-linolenic acid. Biomeditsinskaya khimiya [Biomedical Chemistry], 2004, no. 1, pp. 25-28. (In Russian)

5. Vinogradov D.V., Polyakov A.V., Kuntsevich A.A. Experimental substantiation of Sanlin oilseed flax growing technology. Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva [Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev], 2013, no.2 (18), pp. 7-12. (In Russian)

6. Rudykh O. L., Rudykh N. M. Evaluation of technologies for harvesting oilseed flax intended for dual use. Naukovo-tekhnichnii byuleten' Institutu oliinikh kul'tur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of oilseeds of the National Academy of Sciences], 2017, no. 24. pp. 208-215. (In Ukrainian)

7. Lukomets V.M., Piven' V.T., Tishkov N.M. Oilseed flax is a promising crop. Zashchita i karantin rasteniy [Protection and Quarantine of Plants], 2013, no. 2, pp. 20. (In Russian)

8. Shvedov I. V., Shishkov G. Z., Petibskaya V. S. Features of the chemical composition of seeds of some oilseeds. Sbornik trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-proizvodstvennoy konferentsii "Tekhnologicheskie svoystva novyh gibridov sortov maslichnyh i efirnomaslichnyh kul'tur. Nauchno-tekhnicheskie aspekty proizvodstva ekologicheskimi chistykh masel, belkovykh produktov s vysokimi potrebitel'skimi kachestvami" [Proc. based on the materials of Int. scientific and production Conf. "Technological properties of new hybrids of oilseeds and essential oil crops varieties. Scientific and technical aspects of producing ecologically safe oils, protein products with high consumer qualities"], 2003, pp. 80-87. (In Russian)

9. Garkusha S.V., Lukomets V. M., Bochkarev N. I. Adaptivnye tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh kul'tur [Adaptive technologies of oilseeds cultivation], 2011, pp. 184. (In Russian)

10. Paschenko L. P., Paschenko V. L., Koval' L. A., Ushchapovskiy I. V. New oatmeal cookies. Konditerskoe proizvodstvo [Confectionery production], 2007, no. 3, pp. 24-26. (In Russian)

11. Tsyganova T. B., Minevich I. E., Zubtsov V. A., Osipova L. L. On the issue of food safety of flax seeds and their processed products. Khlebopechenie Rossii [Bakery of Russia], 2017, no. 2, pp. 23-26. (In Russian)

12. Belopukhov S.L., Dmitrievskaya I.I., Zhevnerov A.V., Volkov A.Yu. Trace element composition of flaxseed oil. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2011, no. 7, pp. 54-56. (In Russian)

13. Lekontseva T.A., Yufereva N.I., Statsenko E.S. Promising flax samples for food use. Sbornik trudov po materialam vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Agrarnaya nauka, obrazovanie, proizvodstvo: aktual'nye voprosy" [Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf. with International Participation "Agricultural Science, Education, Production: Topical Issues"], 2014, pp. 212-215. (In Russian)

14. Artemova N. A., Vinogradov D. V., Peregudov V. I., Polyakov A.V. On the technology of oilseed flax cultivation in the the southern part of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. Aktual'nye problemy nanobiotekhnologii i innovatsiy s netraditsionnymi prirodnyimi resursami i sozdaniya funktsional'nyh produktov: sbornik trudov po materialam 5-y Rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Proc. of the 5th Russian

Scientific and Practical Conference "Actual problems of nanobiotechnology and innovations with unconventional natural resources and creation of functional products], 2009, pp. 44-50. (In Russian)

15. Porokhovinova E.A., Shelenga T.V., Kosykh L.A. Biochemical diversity of flax by fatty acid composition of seeds in the genetic collection of VIR and the effect of environmental conditions on its manifestation. *Ekologicheskaya genetika* [Ecological genetics], 2016, no. 1, pp. 13-26. (In Russian)

16. Zadorozhnaya L. I., Gammel I. V. Characteristics and biological role of essential polyunsaturated fatty acids. *Meditinskiy sovet* [Medical Advice], 2012, no. 1, pp. 134-136. (In Russian)

17. Vinogradov D. V., Kuntsevich A. A., Polyakov A. V. Fatty acid composition of flax seeds of Sanlin variety. *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskoy zhurnal* [International Technical and Economic Journal], 2012, no. 3, pp. 71-75. (In Russian)

18. Kolotov A. P. Quality of the main products of oilseed flax in the Middle Urals. *Permskiy Agrarnyy Vestnik* [Perm Agrarian Bulletin], 2017, no. 2, pp. 23-28. (In Russian)

19. Lisitsyn A. N., Grigor'eva V. N., Lisitsyna I.A., Kuznetsova N. V. Disadvantages of desiccation in processing oilseeds. *Vestnik Vserossiyskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Zhirov* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats], 2020, no. 1-2, pp. 12-18. (In Russian)

20. Goreeva V. N., Korepanova E. V. Fat content and oil harvesting with the harvest of oilseed flax seeds using different harvesting methods. *Sbornik trudov po materialam Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii Sovremennye dostizheniya selektsii rasteniy – proizvodstvu* [Proc. based on the works of the National Scientific and Practical Conference "Modern achievements of plant selection for production"]. Izhevsk, 2021, pp. 75-79. (In Russian)

21. Tul'kubaeva S. A., Grigor'evich V. G. Cultivation of oilseed flax in direct sowing in the Northern Kazakhstan. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2017, no. 1, pp. 104-112. (In Russian)

22. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)], Moscow, Al'yans Publ., 2011. 352 p. (In Russian)

## Effect of harvesting techniques on yield, biochemical composition of seeds and oilseed oil

Eliseev Sergey Leonidovich, Doctor of Science (Agriculture), Professor of the Crop Production Chair

e-mail: psaa-eliseev@mail.ru

Federal State Educational Institution of Higher Education Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov

Renev Evgeniy Aleksandrovich, Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor of the Crop Production Chair

e-mail: evgeniirenev@mail.ru

Federal State Educational Institution of Higher Education Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov

Boyarshinova Elena Vadimovna, postgraduate student of the Crop Production Chair

e-mail: l.boyarshinova@yandex.ru

Federal State Educational Institution of Higher Education Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov

**Keywords:** oilseed flax, harvesting period, desiccation, seed yield, biochemical composition of seeds, fatty acid composition of oil.

### Abstract

The article presents the results of the three-year research devoted to the influence of oilseed flax harvesting techniques on seed yield, harvesting and quality indicators of oil. The experiment has been launched according to the methodology of Dospekhov B.A. on sod-weakly podzolic heavy loamy soil, accompanying observations and studies have been carried out according to universally accepted methods and State Standards (GOSTs). The authors have studied the methods of harvesting oilseed flax of the Ural'skiy variety in the Middle Urals. Desiccation has been performed with Reglon-Air, BP contact drug. According to the study results, it has been found that harvesting techniques have an impact on the yield of oilseed flax seeds. During desiccation of sowing in the period from 50 to 100% of brown pods, followed by single-phase harvesting and during single-phase harvesting of 100% of brown pods without desiccation, the yield has been 1.35-1.51 t/ha and fat collection has reached 609-677 kg/ha. The biochemical composition of seeds and oil does not depend on harvesting techniques.

---

# Влияние сезона года на качественные показатели молока коров в Вологодской области за 2019–2021 годы

Иванова Дарья Александровна, младший научный сотрудник  
E-mail: moloka07@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Вологодский научный центр РАН»

**Ключевые слова:** сезон года, массовая доля жира, массовая доля белка, количество соматических клеток.

## Аннотация

В статье представлены результаты исследований качественных показателей молока (массовая доля жира, массовая доля белка, и содержание соматических клеток), отобранного на территории Вологодской области за 2019–2021 гг. За этот период времени был проведен анализ 462433 проб. По результатам исследования выявлены высокие качественные показатели молока за рассматриваемый период, которые удовлетворяют требованиям ГОСТ. Показатели МДЖ и МДБ в 2021 году выше по сравнению с предыдущими годами, а содержание соматических клеток соответствует высшему сорту. В осенний сезон МДЖ и МДБ выше по сравнению с остальными сезонами за все рассматриваемые года.

Вологодская область традиционно считается одним из ключевых производителей молочной продукции в России. Долгое время регион находится среди лидеров по производству сырого молока [1]. Вологодская область входит в число первых 30 регионов России по объемам производства сельскохозяйственной продукции, является одним из лидеров по объемам производства молока наряду с Краснодарским краем, Ленинградской и Кировской областями [2].

Исторически и территориально Вологодская область имеет конкурентные преимущества в молочном животноводстве по сравнению с другими субъектами Российской Федерации: наличие необходимых трудовых и материальных ресурсов, благоприятных природно-климатических условиях, удобное географическое

положение, сформировавшийся имидж области как производящей высококачественные натуральные молочные продукты [3–6]. Область расположена на севере Европейской части России в поясе умеренно-континентального климата в 500 км от Москвы. Близость крупных промышленных центров, транспортных магистралей, соединяющих Центральную Россию с Уралом и Сибирью, позволяет развивать эффективные деловые связи с другими регионами и зарубежьем [7].

Ведущей отраслью сельского хозяйства Вологодской области является молочное животноводство, на которое приходится 70% всей продукции сельского хозяйства [8]. В молоке содержится свыше ста ценнейших компонентов. В него входят все необходимые для жизнедеятельности организма вещества: белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины. Эти компоненты хорошо сбалансированы, благодаря чему легко и полностью усваиваются. Молоко само по себе – ценный источник большого количества биологически активных соединений [9–12].

В сельскохозяйственных организациях Вологодской области за 2021 год было произведено 558,0 тыс. т молока, что больше на 3,4 тыс. т по сравнению с предыдущим годом. поголовье коров в 2021 году составило 163 тыс. [13].

Получение молока высокого качества и увеличение продуктивности животных в настоящее время является основной задачей молочного скотоводства РФ и Вологодской области в частности. Выполнение этих задач является непременным условием эффективной работы и гарантом жизнеспособности хозяйства [14–19]. Невозможно без эффективного контроля над качеством производимого молока повысить рентабельность молочного производства [20].

Целью исследований является проведения сравнительного анализа качественных показателей коровьего молока в хозяйствах Вологодской области с учетом сезона года за 2019–2021 гг.

Задачи исследования:

Определить качественные показатели в коровьем молоке.

Сформировать исследовательскую базу данных.

Провести сравнительный анализ полученных данных.

Методика исследования

В соответствии с задачами исследований приведена сравнительная характеристика качественных показателей молока (МДЖ, МДБ, количество соматических клеток) за 2019–2021 гг. в зависимости от сезона года. Отбор проб молока проводили в соответствии с ежемесячным

графиком контрольных доек коров и тестировали на инфракрасном спектрометре «Комби-Фосс». К основным преимуществам данного анализатора молока относят высокую точность измерения, получение нескольких показателей одновременно. Перед анализом исследуемые пробы подогревались до температуры 40–45°C, далее происходило определение заданных показателей. На основании полученных результатов была сформирована исследовательская база данных, обработка проводилась с использованием программы «Microsoft Excel».

В таблице приведены качественные показатели молока за 2019–2021 гг. в зависимости от сезона года. Исследования проводились по пробам молока коров в хозяйствах Вологодской области. За этот период времени был проведен анализ 142960 проб в 2019 году, 164600 проб в 2020 году и 154873 проб в 2021 году. Вероятность безошибочного прогноза составляет  $P=99\%$ .

Таблица - Содержание МДЖ, МДБ и количества соматических клеток в молоке коров в хозяйствах Вологодской области за 2019–2021 гг.

| Сезон года                  | Показатели   | Год  |      |      |
|-----------------------------|--|------|------|------|
|                             |  | 2019 | 2020 | 2021 |
| Зимний                      | МДЖ, %   | 3,99 | 4,12 | 4,22 |
|                             | МДБ, %   | 3,33 | 3,38 | 3,45 |
|                             | Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> | 286  | 243  | 238  |
| Весенний                    | МДЖ, %   | 3,97 | 4,09 | 4,12 |
|                             | МДБ, %   | 3,26 | 3,34 | 3,38 |
|                             | Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> | 305  | 277  | 227  |
| Летний                      | МДЖ, %   | 3,98 | 4,03 | 4,06 |
|                             | МДБ, %   | 3,28 | 3,27 | 3,34 |
|                             | Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> | 282  | 276  | 229  |
| Осенний                     | МДЖ, %   | 4,14 | 4,22 | 4,36 |
|                             | МДБ, %   | 3,37 | 3,42 | 3,58 |
|                             | Количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> | 286  | 268  | 221  |
| Источник: данные СЗНИИМЛПХ. |  |      |      |      |

По результатам экспериментальных исследований установлено, что в 2021 году качественные показатели в коровьем молоке выше по сравнению с предыдущими годами. В 2019 году показатели массовой доли жира, массовой доли белка ниже, а количество соматических клеток выше по сравнению с 2020 и 2021 годами. Наибольшее увеличение МДЖ за рассматриваемый период приходится на зимне-осенний сезон. Прирост составил 0,23 % (зимний период) и 0,22 % (осенний период) в 2021 году по сравнению с 2019 годом. Максимальное увеличение массовой доли белка приходится на осенний сезон и составляет 0,21 % в 2021 году по сравнению с 2019 годом.

Содержание МДЖ и МДБ в пробах молока выше в осенний период в течение всего анализируемого времени. Это связано с изменением типа кормления и стадии лактации. Наибольшее значение МДЖ – 4,36 % – установлено в 2021 году (оно выше на 0,22 % и на 0,14 % соответственно осенних показателей 2019 и 2020 годов). Наименьшая жирномолочность приходится на весенне-летний период в 2019–2021 гг. и составляет 3,97 %, 3,98 % (весенний и летний сезоны соответственно 2019 года), 4,03 (летний сезон 2020 года), 4,06 % (летний сезон 2021 года). Причиной этого может служить снижение полноценности кормов и изменением обмена веществ в организме коров весной. Летом высокая температура и относительная влажность воздуха в помещении приводят к ухудшению общего состояния животного, отрицательно влияют на его продуктивность и состав молока. Распространение болезнетворных бактерий является одной из причин повышения заболеваемости у животных и приводит к снижению качества молока. Максимальный показатель МДБ в молоке 3,58 % в 2021 году (он выше на 0,21 % и на 0,16 % соответственно осенних показателей 2019 и 2020 годов). Минимальное значение массовой доли белка составляет 3,26 % в весенний период 2019 года, 3,27 % в летний период 2020 года и 3,34 % в летний период 2021 года.

Содержание соматических клеток согласно ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» не должно превышать  $250 \cdot 10^3$  в  $1 \text{ см}^3$  для высшего сорта. Допустимый уровень соматических клеток в молоке до  $750 \cdot 10^3$  в  $1 \text{ см}^3$ . Количество соматических клеток находится в пределах нормы во всех рассматриваемых хозяйствах за весь анализируемый период. В 2021 году содержание соматических клеток соответствует высшему сорту в течение всего года. В этот период показатели колеблются от 221 до 238 тыс./ $\text{см}^3$ . Содержание соматических клеток в 2020 году в зимний сезон соответствует высшему сорту (243 тыс./ $\text{см}^3$ ), в остальное время показатели приближены к нему (от

268 до 277 тыс./см<sup>3</sup>). Изменение количества соматических клеток в зависимости от сезона года не имеет явной тенденции.

#### **Вывод**

По результатам проведенных исследований выявлено, что по содержанию МДЖ, МДБ показатели выше в осенний период за весь рассматриваемый период. Наибольшее значение МДЖ и МДБ установлено в 2021 году и составляет 4,36 и 3,58 % соответственно. Наименьшая жирномолочность и минимальное содержание белка отмечено в весенне-летний период. Количество соматических клеток находится в пределах нормы во всех рассматриваемых хозяйствах за весь анализируемый период. В 2021 году содержание соматических клеток соответствует высшему сорту в течение всего года.

#### **Литература:**

1. Региональный обзор: Вологодская область // Новостной портал «Milknews». – URL: <https://milknews.ru/longridy/regiony/vologodskaya-oblast.html>
2. Вологодским аграриям выделили дополнительно 166 млн рублей из госбюджета на льготные займы // Новостной портал «Milknews». – URL: <https://milknews.ru/index/vologda-agrarii.html>
3. Животноводство Вологодской области. – URL: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-35/zhivotnovodstvo-vologodskoj-oblasti.html>
4. Анищенко, А.Н. О молочном скотоводстве Вологодской области / А.Н. Анищенко // Проблемы экономики и менеджмента. – 2013. – №9. – С. 25-30.
5. Агропромышленный комплекс и потребительский рынок Вологодской области в цифрах / Департамент сел. хоз-ва, продовольств. ресурсов и торговли Вологод. обл. – Вологда, 2012. – 84 с.
6. Патракова, С.С. Роль сельского хозяйства Вологодской области в обеспечении продовольствием Европейского Севера России / С.С. Патракова // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2. – № 4. – DOI: 10.15838/alt.2019.2.4.6. – URL: <http://azt-journal.ru/article/28420>
7. Официальный портал Правительства Вологодской области. – URL: [https://vologda-oblast.ru/o\\_region/](https://vologda-oblast.ru/o_region/)
8. Публичный доклад о результатах деятельности Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области за 2020 год / Департамент сел. хоз-ва, продовольств. ресурсов и торговли Вологодской обл. – Вологда, 2021. – 69 с.

9. Абрамова, Н.И. Влияние породной принадлежности коров на качественные показатели молока /Н.И. Абрамова, Д.А. Иванова // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – №3. – С. 12-21.

10. Иванова, Д.А. Сравнительная характеристика качественных показателей молока племенных хозяйств Тотемского района Вологодской области с учетом сезонности / Д.А. Иванова// Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – №1. – С. 22-32.

11. Барабанщиков Н.В. Молочное дело / Н.В. Барабанщиков, А.С. Шувариков. – М. : МСХА, 2000. – 348 с.

12. Пелевина, Г.А. Сравнительная характеристика коровьего и козьего молока/ Г.А. Пелевина, Е.С. Артемов, Е.В. Потимко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. - № 4. – С. 83-86.

13. Вологодская область в цифрах. – Вологда, 2022. – 130 с.

14. Молочная продуктивность и качество молока голштинских коров при круглогодичном стойловом содержании / Н.И. Морозова, П.А. Костычева, С.Р. Подоль и др.// Зоотехния. – 2012. – № 2. – С. 18–19.

15. Глотова, Г.Н. Молочная продуктивность и качество молока коров холмогорской породы разных генотипов по каппа-казеину и бета-лактоглобулину: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.Н. Глотова. – Рязань, 2007. – 22 с.

16. Минаев, Е.А. Молочная продуктивность и качество молока у голштинизиро-ванных коров разного генотипа в условиях Северного Зауралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.А. Минаев. – Троицк, 2007. – 20 с.

17. Сафиуллин, Н.А. Оценка качества молока у коров / Н.А. Сафиуллин, Н.М. Каналина, Л.Р. Загидуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – №215. – С. 309-313.

18. Целищева, О.Н. Факторы повышения молочной продуктивности и качества молока коров черно-пестрой породы: автореф. дис. канд. с.-х. наук / О.Н. Целищева. – Саранск, 2016. – 20 с.

19. Третьяков, Е.А. Качество молока коров айрширской породы прилуцкого типа в зависимости от сезона года и способа содержания / Е.А. Третьяков // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 2. – С. 89–97.

20. Истранин, Ю.В. Продуктивность новых видов кормовых культур / Ю.В. Истранин, Ж.А. Истринина // Исследования молодых ученых: мат-лы XII Междунар. конф. молодых ученых «Наука и природа», г. Витебск, 31 мая 2013 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2013. – С. 72-73.

**References:**

1. Regional'nyy obzor: Vologodskaya oblast'/ Novostnoy portal "Milknews" [Regional Review: Vologda Region / Newsportal "Milknews"]. Available at: <https://milknews.ru/longridy/regiony/vologodskaya-oblast.html> (In Russian)
2. Vologodskim agrariyam vydেলিli dopolnitel'no 166 mln rubley iz gosbyudzheta na l'gotnye/ Novostnoy portal "Milknews" [Vologda Agrarians Were Allocated an Additional 166 Million Rubles from the State Budget for Concessional Loans/ Newsportal "Milknews"]. Available at: <https://milknews.ru/index/vologda-agrarii.html> (In Russian)
3. Zhivotnovodstvo Vologodskoy oblasti [Livestock in the Vologda Region]. Available at: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-35/zhivotnovodstvo-vologodskoj-oblasti.html> (In Russian)
4. Anishchenko A. N. On dairy cattle breeding in the Vologda Region. Problemy ekonomiki i menedzhmenta [Problems of Economics and Management], 2013, No. 9, pp. 25-30. (In Russian)
5. Agro-industrial complex and the consumer market of the Vologda Region in numbers. Departament sel. hoz-va, prodovol'stv. resursov i trgovli Vologod. obl. [Department of Agriculture, Food Resources and Trade of Vologda Region]. Vologda, 2012. 84 p. (In Russian)
6. Patrakova S. S. The role of agriculture in the Vologda Region in providing food to the European North of Russia. AgroZooTekhnika [Agricultural and Zootechnics], 2019, Vol. 2, No. 4, DOI: 10.15838/alt.2019.2.4.6. Available at: <http://azt-journal.ru/article/28420> (In Russian)
7. Ofitsial'nyy portal Pravitel'stva Vologodskoy oblasti [Official Internet Portal of the Government of the Vologda Region]. Available at: [https://vologda-oblast.ru/o\\_regione/](https://vologda-oblast.ru/o_regione/) (In Russian)
8. Public report on the results of the activities of the Department of Agriculture and Food Resources of the Vologda Region for 2020. Departament sel. hoz-va, prodovol'stv. resursov i trgovli Vologod. obl. [Department of Agriculture, Food Resources and Trade of Vologda Region]. Vologda, 2021. 69 p. (In Russian)
9. Abramova N. I., Ivanova D. A. Influence of the breed of cows on the quality indicators of milk. Molochnohozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2020, No. 3, pp. 12-21. (In Russian)
10. Ivanova D. A. Comparative characteristics of quality indicators of milk of breeding farms of the Totemsky district in the Vologda Region in terms of seasonality. Molochnohozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2021, No.1, pp.22-32. (In Russian)

11. Barabanshchikov N. V., Shuvarikov A. S. Molochnoe delo [Dairy Business]. Moscow, MSKhA Publ., 2000. 348 p. (In Russian)
12. Pelevina G. A., Artemov E. S., Potimko E. V. Comparative characteristics of cow`s and goat`s milk. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University], 2010, No. 4, pp. 83-86. (In Russian)
13. Vologodskaya oblast` v tsifrah [Vologda Region in Numbers]. Vologda, 2022. 130 p. (In Russian)
14. Morozova N. I., Kostycheva P. A., Podol` S. R., et al. Milk productivity and milk quality of Holstein cows with year-round stall. Zootekhniya [Zootecnics], 2012, No. 2, pp. 18-19. (In Russian)
15. Glotova G. N. Molochnaya produktivnost` i kachestvo moloka korov holmogorskoj porody raznyh genotipov po kappa-kazeinu i beta-laktoglobulinu: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk [Milk Productivity and Milk Quality in Kholmogory Breed Cows of Different Genotypes in Terms of Kappa Casein and Beta-lactoglobulin: Extended Abstract of Dis. of Cand. of Agricultural Sciences]. Ryazan`, 2007. 22 p. (In Russian)
16. Minaev E. A. Molochnaya produktivnost` i kachestvo moloka u golshtiniziro-vannyh korov raznogo genotipa v usloviyah Severnogo Zaural`ya: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk [Milk Productivity and Milk Quality in Holsteinized Cows of Different Genotypes under the Conditions of the Northern Trans-Urals: Extended Abstract of Dis. of Cand. of Agricultural Sciences]. Troitsk, 2007. 20 p. (In Russian)
17. Safiullin N. A., Kanalina N. M., Zagidullin L. R. Evaluation of the quality of cows` milk. Uchenye zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana [Proceedings of the Kazan` State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman], 2013, No. 215, pp. 309-313. (In Russian)
18. Tselishcheva O. N. Faktory povysheniya molochnoy produktivnosti i kachestva moloka korov cherno-pestroy porody. Avtoref. dis. kand. s.-h. nauk [Factors of Increasing Milk Productivity and Milk Quality of Black-and-White Cows. Extended Abstract of Dis. of Cand. of Agricultural Sciences]. Saransk, 2016. 20 p. (In Russian)
19. Tret` yakov E. A. The quality of milk in cows of the Ayrshire breed of the Prilutsky type, depending on the season of the year and the method of keeping. Molochnohozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2018, No. 2, pp. 89-97. (In Russian)
20. Istranin Yu.V., Istranina Zh.A. Productivity of new types of fodder crops. Issledovaniya molodyh uchenyh: materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii molodyh uchenyh «Nauka i priroda», g. Vitebsk, 31 maya 2013 g. [Studies of Young Scientists: Proceedings of the XII International Conference of Young Scientists "Science and Nature", Vitebsk, May 31, 2013]. Vitebsk: VGAVM Publ., 2013, pp. 72-73. (In Russian)

## Influence of Year Season on Quality Indicators of Cows' Milk in Vologda Region for 2019-2021

Ivanova D.A., Junior Researcher

e-mail: moloka07@mail.ru

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

**Keywords:** year season, mass fraction of fat, mass fraction of protein, number of somatic cells.

### Abstract

The article presents the results of studies of the qualitative indicators of milk (mass fraction of fat, mass fraction of protein, and content of somatic cells) sampled in the territory of the Vologda Region for 2019-2021. During this period of time 462,433 samples have been analyzed. According to the results of the study, high quality indicators of milk for the period under review have been revealed, which meet the requirements of GOST. Rates of fat and protein mass fractions in 2021 are higher compared to previous years, and the content of somatic cells corresponds to milk of the highest grade. In the autumn season, the mass fractions of fat and protein are higher than others in all the years under consideration.

# Межпородное скрещивание как метод повышения молочной продуктивности коров

Иванова Ирина Петровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии

e-mail: [ip.ivanova@omgau.org](mailto:ip.ivanova@omgau.org)

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

**Ключевые слова:** удой, молочный жир, молочная продуктивность, крупный рогатый скот, скрещивание.

## Аннотация

Проведены исследования в условиях производственного опыта по изучению молочной продуктивности крупного рогатого скота в зависимости от метода разведения в условиях Омской области. Установлено, что помеси первого поколения, полученные при межпородном скрещивании голштинизированных черно-пестрых коров с быками джерсейской породы, превосходят черно-пестрых сверстниц по массовой доле молочного жира на 0,75 %, по массовой доле молочного белка – на 1,04 % за первые 100 дней лактации. Максимальные значения выхода молочного жира и белка отмечены у полукровных коров по джерсейской породе, причем данные показатели в большей степени обусловлены жирностью и белковомолочностью, чем уровнем удоя.

## Введение

Наиболее значимой отраслью животноводства, обеспечивающей население страны продуктами питания первой необходимости, является молочное скотоводство. Современное животноводство должно производить продукцию высокого качества и в объемах в соответствии с потребностями общества [1, 5, 12, 14, 20]. Актуальной задачей в современных экономических условиях России является развитие отечественной базы для производства собственных продуктов питания высокого качества. Молочная продуктивность коров зависит от породной принадлежности [8, 9]. На протяжении длительного времени отечественное поголовье крупного рогатого скота улучшалось генофондом

голштинской породы, которая является лидером по обильномолочности [3, 6, 10, 16, 18]. Улучшение качественных характеристик молока проводилось в основном за счет совершенствования кормления коров. Межпородное скрещивание молочного скота является быстрым способом совершенствования потомства, которое будет сочетать в себе необходимые признаки родительских пород [2, 11, 13, 15]. Кроме того продуктивность потомства первого поколения будет основываться на эффекте гетерозиса [4, 7, 17, 19].

Таким образом, разработка альтернативных методов по улучшению качественных характеристик молока является актуальным направлением селекционной работы.

Исследования по применению межпородного скрещивания в молочном скотоводстве проводились многими исследователями. Батанов С.Д. и Старостина О.С. (2020) опытным путем установили, что межпородное скрещивание крупного рогатого скота способно быстро создать новую генетическую изменчивость для выявления резервов увеличения продуктивности коров. Гончаренко И.В. и Винничук Д.Т. (2014) считают, что использование джерсейской породы неизбежно при совершенствовании популяции голштинского скота для повышения качественных характеристик молока, в том числе и его сыропригодность.

Значимость данного исследования заключается в том, что впервые в Омской области проведены экспериментальные исследования по эффективности межпородного скрещивания голштинизированных коров черно-пестрой породы с джерсейской породой крупного рогатого скота.

Целью данного исследования являлось изучение эффективности межпородного скрещивания молочных пород крупного рогатого скота на основе продуктивных качеств коров в условиях Омской области. В соответствии с поставленной целью исследований были решены следующие задачи:

- оценить обильномолочность коров различного происхождения;
- проанализировать изменение содержания жира и белка в молоке коров в зависимости от генотипа;
- смоделировать прогноз молочной продуктивности опытных групп по основным селекционным показателям.

#### *Материал и методы исследования*

Объектом исследований являлись коровы первого отела ( $n = 100$  гол.). Группировка животных проводилась с учетом метода разведения, применявшегося при получении животных.

В группу 1 входило 50 голов голштинизированных коров черно-пестрой породы первого отела, кровность которых составляла более 75

% по голштинской породе. Группа 2 состояла из 50 помесных голов, полученных от высококровных голштинизированных черно-пестрых коров, осемененных джерсейскими быками. Отелы всех опытных животных проходили в период с 01.11.2021 по 01.02.2022 г. На *рисунке 1* представлена схема исследований.



Рисунок 1 - Схема исследований

Молочная продуктивность животных опытных групп оценивалась за первые 100 дней лактации, учитывались показатели: среднесуточный удой, кг; средняя массовая доля молочного жира, %; средняя массовая доля молочного белка, % за 30, 60 и 100 дней.

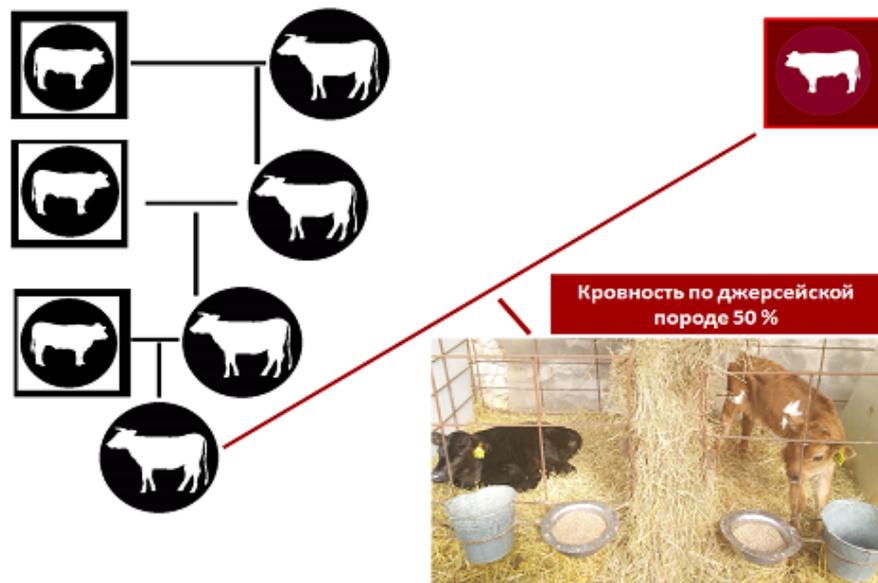
Ожидаемый удой коров за первую лактацию был рассчитан на основе построения прогноза в программе управления стадом Dairy Comp 305 и формуле:

$$\text{Удой за лактацию} = \text{Высший суточный удой, кг} * 200 \quad (1)$$

Животные содержались в одинаковых условиях одного предприятия, находящегося на юге Омской области. Исходные данные о продуктивных качествах исследуемых групп были взяты из отчетов программного обеспечения по управлению стадом Dairy Comp 305.

### Результаты исследования

Межпородное скрещивание – это метод разведения, применяемый для совершенствования имеющегося поголовья животных за счет генофонда улучшающей породы по выбранному селекционному признаку [8, 9]. Схема межпородного скрещивания представлена на *рисунке 2*.



Условные обозначения:

-  Быки-производители голштинской породы
-  Голштинизированные коровы черно-пестрой породы
-  Быки-производители джерсейской породы

Рисунок 2 - Схема межпородного скрещивания крупного рогатого скота

Начиная с 70-х годов прошлого столетия в предприятиях Омской области, в том числе и в исследуемом, активно использовались быки-производители голштинской породы. Голштины закреплялись за маточным поголовьем черно-пестрой породы. К настоящему времени популяция молочного скота черно-пестрой породы сильно обогащена генофондом голштинов, имея кровность более 87,5 %. В исследуемом предприятии, согласно схеме межпородного скрещивания, данное высококровное по голштинам поголовье коров осеменяют семенем быков джерсейской породы, получая улучшенный молодняк с кровностью 50 % по джерсеям.

Выбор производителей джерсейской породы в качестве улучшателей маточного поголовья обосновывался биологическими особенностями породы джерси. Несмотря на то, что джерсейская порода скота

выведена и в основном разводится в теплом климате, в условиях резкоконтинентального климата Омской области данная порода хорошо акклиматизировалась и адаптировалась.

Оценка молочной продуктивности коров проводится на протяжении всей лактационной деятельности животных. В *таблице 1* представлены значения среднесуточного удоя за первые 100 дней лактации.

Таблица 1 – Среднесуточный удой коров за первые 100 дней первой лактации, кг

| День лактации | Группа 1    | Группа 2    |
|---------------|-------------|-------------|
| 30            | 25,64 ± 5,2 | 22,13 ± 4,6 |
| 60            | 26,66 ± 4,7 | 25,78 ± 5,1 |
| 100           | 27,32 ± 4,3 | 27,10 ± 4,9 |

Коровы первой группы по показателям среднесуточного удоя за первые 100 дней лактации незначительно превосходят особей второй группы. Разница между группами варьируется от 0,22 до 3,51 кг в сутки, что статистически не достоверно, следовательно, использование джерсейской породы в качестве улучшающей не снижает уровень удоя в период раздоя коров.

Джерсейская порода молочного скота отличается от других высоким содержанием молочного жира. Данный признак устойчиво передается потомству благодаря многолетней селекционной работе с породой. В *таблице 2* представлены анализ содержания массовой доли молочного жира в молоке опытного поголовья животных.

Таблица 2 – Жирномолочность опытного поголовья коров, %

| День лактации   | Группа 1    | Группа 2      |
|---|-------------|---------------|
| 30  | 3,82 ± 0,14 | 4,61** ± 0,04 |
| 60  | 3,78 ± 0,07 | 4,57** ± 0,14 |
| 100   | 3,77 ± 0,01 | 4,52** ± 0,10 |
| ** Критерий достоверности разницы между группами P>0,99 . |             |               |

Максимальные значения жирномолочности отмечены в первые два месяца лактации, что обусловлено физиологией лактации крупного рогатого скота. Улучшенное джерсейской породой поголовье коров отличалось повышенной массовой долей молочного жира. На 30-й день лактации животные второй группы превосходили коров из группы 1 на 0,79 % по массовой доле молочного жира (P>0,99). Коровы второй группы превосходили голштинизированных черно-пестрых сверстниц по массовой доле молочного жира на 0,75 % на 100 день лактации

( $P > 0,99$ ).

Качественные характеристики молока также включают в себя показатель массой доли молочного белка, повышенное содержание которого, улучшает сыропригодность молока.

Выбор джерсейской породы в качестве улучшающей для исследуемого предприятия основывался на перспективе получения молока с повышенным содержанием протеина. В *таблице 3* представлена характеристика исследуемого поголовья коров по белковомолочности.

Таблица 3 – Белковомолочность опытного поголовья коров, %

| День лактации  | Группа 1    | Группа 2     |
|--|-------------|--------------|
| 30   | 3,43 ± 0,17 | 4,55* ± 0,12 |
| 60   | 3,47 ± 0,12 | 4,52* ± 0,10 |
| 100  | 3,46 ± 0,11 | 4,50* ± 0,09 |
| * Критерий достоверности разницы между группами $P > 0,95$ . |             |              |

Из *таблицы 3* видно, что животные второй группы имеют большее содержание белка в молоке, чем коровы в первой группе. Так, по содержанию белка в молоке за первые 30, 60, 100 дней лактации коровы второй группы превосходят коров первой группы на 1,12, 1,05 и 1,04 % соответственно ( $P > 0,95$ ). Полученные результаты свидетельствуют, что использование межпородного скрещивания, при котором помеси первого поколения имеют 50 % кровности по джерсейской породе, отличаются повышенным содержанием белка в молоке, что делает его пригодным для производства сыров.

Окончательную оценку коров первого отела по уровню молочной продуктивности проводят по окончании первой лактации. Современные автоматизированные системы управления стадом позволяют прогнозировать уровень молочной продуктивности коров и определить ожидаемую продуктивность коров.

По молочной продуктивности за первые три месяца лактации двумя способами был рассчитан планируемый удой за первую лактацию. Данные представлены на *рисунке 3*.

Из *данных рисунка 3* видно, что в группе 1 и группе 2 удой, рассчитанный на основе высшего суточного удоя коров, планируемый на 40,9 и 44,4 % меньше прогнозного значения удоя, рассчитанного в программе Dairy Comp 305. В данном случае более точным способом прогнозирования удоя за лактацию является расчет, выполненный с учетом высшего суточного удоя. Программное обеспечение строит прогноз на основе статистических данных о продуктивности стада в целом,

без учета возраста животных.

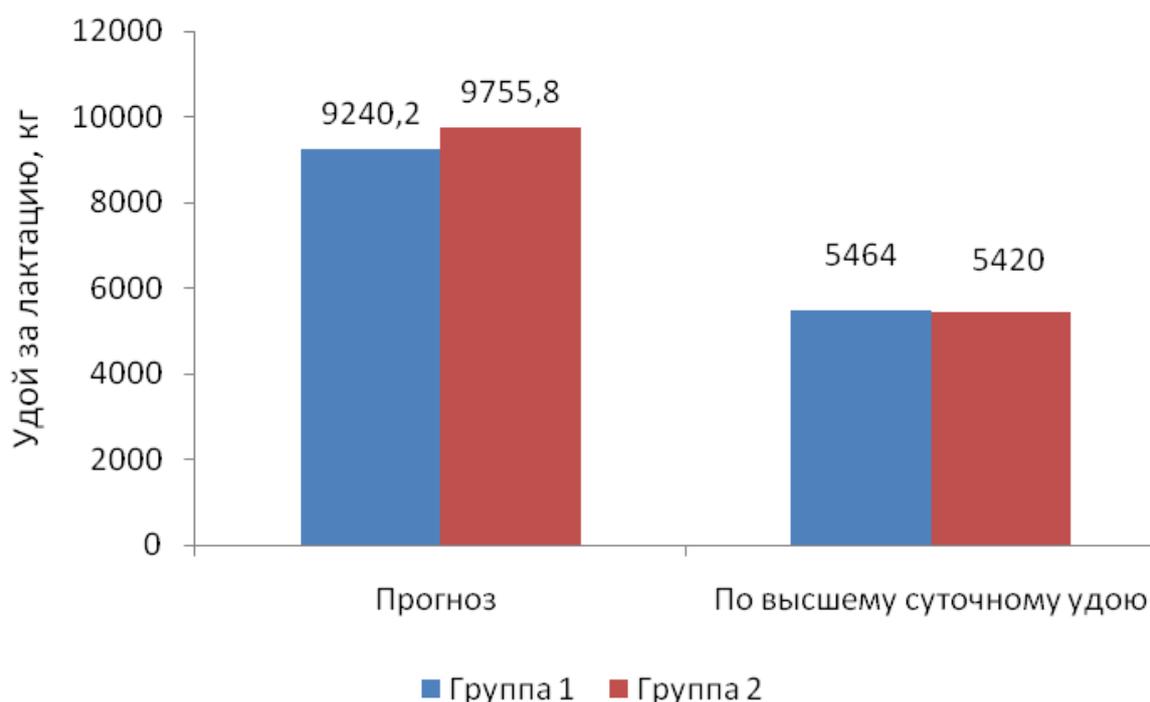


Рисунок 3 - Планируемый удой за лактацию опытных групп, кг

Продуктивные качества коров важно оценивать не только по абсолютным показателям, но и по интегрированным, объединяющим несколько ключевых селекционных признаков. Такими показателями могут являться выход молочного жира и белка.

В *таблице 4* представлена характеристика опытного поголовья по выходу молочного жира и белка.

Таблица 4 – Выход молочного жира и белка, кг

| Показатели                | Группа 1             |                       | Группа 2             |                       |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                           | За 100 дней лактации | За лактацию (прогноз) | За 100 дней лактации | За лактацию (прогноз) |
| Выход молочного жира, кг  | 106,75               | 205,99                | 118,49               | 244,98                |
| Выход молочного белка, кг | 96,84                | 188,5                 | 122,32*              | 245,52                |

\* Критерий достоверности разницы между группами  $P > 0,95$ .

Выход молочного жира объединяет два важных селекционных признака молочной продуктивности коров. Животные опытных групп отличались по количеству молочного жира за первые 100 дней лактации

незначительно, но отмечалось превосходство второй группы на 11,74 кг или 10,99 %. От животных второй группы можно ожидать получения 244,98 кг молочного жира за лактацию, что на 38,9 кг или 18,92 % больше, чем от коров первой группы.

Для селекционных целей предприятия важно получать молоко с высоким содержанием молочного белка, поэтому выход молочного белка может использоваться как критерий отбора животных. Выход молочного белка за первые 100 дней лактации у коров, имеющих кровность по джерсейской породе 50 %, составил 122,32 кг, что на 25,48 кг или 26,3 % больше чем у сверстниц черно-пестрой породы с различной кровностью по голштинам. От животных второй группы планируется получить 245,52 кг молочного белка, что на 57,02 кг или 30,25 % больше, чем ожидается от животных первой группы.

#### *Выводы*

Межпородное скрещивание коров черно-пестрой породы с быками джерсейской породы привело к значительному увеличению массовой доли молочного жира и белка в молоке помесей первого поколения (при  $P > 0,95...0,99$ ) без снижения обильномолочности. Максимальные значения выхода молочного жира и белка отмечены у полукровных коров по джерсейской породе, причем данные показатели в большей степени обусловлены жирностью и белковомолочностью, чем уровнем удоя.

#### **Литература:**

1. Абрамова Н. И. Влияние степени кровности по голштинской породе на продуктивные показатели коров ярославской породы / Н. И. Абрамова, М. О. Селимян // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. – № 2(46). – С. 9-22. – DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_3\_9.
2. Анисимова, Е. И. Продуктивность коров различных генотипов полученных от межпородного скрещивания / Е. И. Анисимова, Е. Р. Гостева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 6-1(25). – С. 81-82.
3. Батанов С. Д. Межпородное разведение как возможность наращивания продуктивности крупного рогатого скота / С. Д. Батанов, О. С. Старостина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1(61). – С. 20-30. – DOI 10.48012/1817-5457\_2020\_1\_20.
4. Влияние генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность коров и пути ее повышения / С. Г. Лебедев, С. Е. Базылев, В. Н. Минаков [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. –

2021. – № 1(14). – С. 87-91.

5. Дунин, И. М. Межпородное скрещивание в молочном скотоводстве и некоторые проблемы при использовании голштинской породы / И. М. Дунин, И. М. Аджибеков, А. Ятсон // Сельскохозяйственные вести. – 2005. – № 2. – С. 10-12.

6. Иванова И. П. Анализ предпочтений сельскохозяйственных производителей при разработке рекомендаций по закреплению быков в молочном скотоводстве / И. П. Иванова, Н. А. Юрк // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 57. – № 4. – С. 123-127.

7. Иванова И. П. Селекционный эффект возвратного скрещивания крупного рогатого скота / И. П. Иванова, Е. Н. Юрченко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(42). – С. 57-64. – DOI 10.48136/2222-0364\_2021\_2\_57

8. Князева Т. А. Джерсейская порода молочного скота в Российской Федерации / Т. А. Князева, Н. Ю. Чекменева, С. В. Никитина // Зоотехния. – 2019. – № 5. – С. 5. – DOI 10.25708/ZT.2019.39.83.005

9. Колганов А. Е. Система ретроспективного, текущего и прогнозного мониторинга структуры генотипов и продуктивности коров Ярославской породы при вводимом скрещивании в племенных стадах Ивановской области / А. Е. Колганов, Д. К. Некрасов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 3(24). – С. 107-113.

10. Влияние матерей на формирование продуктивности потомков / Т.Ф. Лефлер, А.А. Нагибина, И.В. Сидоренкова, И.Я. Строгонова // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 5 (158). – С. 106-111.

11. Мкртчян, Г. В. Наследование белкомолочности у крупного рогатого скота разной селекции / Г. В. Мкртчян, А. В. Бакай, И. Р. Бакай // Аграрная наука. – 2020. – № 2. – С. 36-38. – DOI 10.32634/0869-8155-2020-335-2-36-38.

12. Мухтарова, О. М. Молочная продуктивность коров разных генотипов за 305 дней 1 лактации в условиях Московской области / О. М. Мухтарова, Г. В. Мкртчян // Еo ipso. – 2022. – № 5. – С. 14-17.

13. Наумов, М. К. Молочная продуктивность коров красной степной породы и их помесей с голштинами / М. К. Наумов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(95). – С. 322-325. – DOI 10.37670/2073-0853-2022-95-3-322-325

14. Ненахов, В. В. Изменение показателей молочной продуктивности коров по лактациям / В. В. Ненахов, О. В. Горелик // Молодежь и наука. – 2020. – № 12. – С. 10-12.

15. Скрещивание черно-пестрой породы коров - как способ улучшения технологических характеристик молока-сырья / Н. Д. Родина, А.

П. Симоненкова, Е. Н. Демина, Е. Ю. Сергеева // Ползуновский вестник. – 2022. – № 1. – С. 47-54. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.006.

16. Суркова, С. А. Молочная продуктивность коров голштинской породы при использовании в молочном скотоводстве современных технологий / С. А. Суркова, Т. Н. Бармина, А. А. Кайдулина // Аграрно-пищевые инновации. – 2021. – № 3(15). – С. 40-47. – DOI 10.31208/2618-7353-2021-15-40-47.

17. Шевелева, О. М. Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков и экстерьерные особенности крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Западной Сибири / О. М. Шевелева, М. А. Свяженина // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 2(42). – С. 95-106. – DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_2\_95

18. Эффективность селекционно-племенной работы с отечественными породами крупного рогатого скота при использовании чистопородного разведения и скрещивания / А. Г. Кудрин, Г. В. Хабарова, Ю. М. Смирнова, О. О. Головкина // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 2(18). – С. 29-34.

19. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan / S. K. Abugaliyev, Yu. A. Yuldashbaev, A. D. Vaimukanov, L. R. Vurebayeva // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2019. – No 4(380). – Pp. 65-82. – DOI 10.32014/2019.2518-1467.94

20. Goncharenko, I. Джерсейская порода скота в молочной индустрии США / I. Goncharenko, D. Vynnychuk // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2014. – No 202. – Pp. 142-148.

## References:

1. Abramova N. I., Selimyan M. O. The influence of the degree of blood in the Holstein breed on the productive indicators of cows of the Yaroslavl breed. Molochnokhozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin], 2022, No. 2(46), pp. 9-22, DOI 10.52231/2225-4269\_2021\_3\_9. (In Russian)

2. Anisimova E. I., Gosteva E. R. Productivity of cows of various genotypes obtained from interbreeding. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal], 2014, No. 6-1(25), pp. 81-82. (In Russian)

3. Batanov S. D., Starostina O. S. Cross breeding as an opportunity to increase the productivity of cattle. Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], 2020, No. 1(61), pp. 20-30, DOI 10.48012/1817-

5457\_2020\_1\_20. (In Russian)

4. Lebedev S. G., Bazylev S. E., Minakov V. N., et al. The influence of genetic and paratypical factors on milk productivity of cows and ways to increase it. Veterinarnyy zhurnal Belarusi [Veterinary Journal of Belarus], 2021, No. 1(14), pp. 87-91. (In Russian)

5. Dunin I. M., Adzhibekov I. M., Yatson A. Interbreeding in dairy farming and some problems when using the Holstein breed. Sel'skokhozyaystvennye vesti [Agricultural News], 2005, No. 2, pp. 10-12. (In Russian)

6. Ivanova I. P., Yurk N. A. Analysis of preferences of agricultural producers when developing recommendations for fixing bulls in dairy cattle breeding. Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of Gorskiy State Agrarian University], 2020, Vol. 57, No. 4, pp. 123-127. (In Russian)

7. Ivanova I. P., Yurchenko E. N. Breeding effect of back crossing in cattle. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Omsk State Agrarian University], 2021, No. 2(42), pp. 57-64, DOI 10.48136/2222-0364\_2021\_2\_57. (In Russian)

8. Knyazeva T. A., Chekmeneva N. Yu., Nikitina S. V. Jersey breed of dairy cattle in the Russian Federation. Zootekhnika [Zootechnics], 2019, No. 5, pp. 5, DOI 10.25708/ZT.2019.39.83.005. (In Russian)

9. Kolganov A. E., Nekrasov D. K. System of retrospective, current and predictive monitoring of the genotype structure and productivity of Yaroslavl breed cows during introductory crossing in breeding herds of the Ivanovo Region. Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya [Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region], 2018, No. 3(24), pp. 107-113. (In Russian)

10. Lefler T. F., Nagibina A. A., Sidorenkova I.V., Strogonova I.Ya. The influence of mothers on the formation of the productivity of descendants. Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU], 2020, No. 5 (158), pp. 106-111. (In Russian)

11. Mkrtchyan G. V., Bakay A. V., Bakay I. R. Inheritance of milk protein content in cattle of various selections. Agrarnaya nauka [Agricultural Science], 2020, No. 2, pp. 36-38, DOI 10.32634/0869-8155-2020-335-2-36-38. (In Russian)

12. Mukhtarova O. M., Mkrtchyan G. V. Dairy productivity of cows of different genotypes for 305 days of the 1<sup>st</sup> lactation under the conditions of the Moscow Region. Eo ipso, 2022, No. 5, pp. 14-17. (In Russian)

13. Naumov M. K. Milk productivity of cows of the Red Steppe Breed and their crossbreeds with Holstein breed. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2022, No. 3(95), pp. 322-325, DOI 10.37670/2073-0853-2022-95-3-322-325. (In Russian)

14. Nenakhov V. V., Gorelik O. V. Variation of dairy productivity indicators of cows by lactation. *Molodezh' i nauka* [Youth and Science], 2020, No. 12, pp. 10-12. (In Russian)

15. Rodina N. D., Simonenkova A. P., Demina E. N., Sergeeva E. Yu. Crossbreeding of black-and-white cows' breed as a way to improve the technological characteristics of raw milk. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsk Bulletin], 2022, No. 1, pp. 47-54, DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.006. (In Russian)

16. Surkova S. A., Barmina T. N., Kaydulina A. A. Dairy productivity of Holstein cows when using modern technologies in dairy cattle breeding. *Agrarno-pishchevye innovatsii* [Agrarian and Food Innovations], 2021, No. 3(15), pp. 40-47, DOI 10.31208/2618-7353-2021-15-40-47. (In Russian)

17. Sheveleva O. M., Svyazhenina M. A. Selection and genetic parameters of productive traits and exterior features of black-and-white cattle in Western Siberia. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2021, No. 2 (42), pp. 95-106. (In Russian)

18. Kudrin A. G., Khabarova G. V., Smirnova Yu. M., Golovkina O. O. Efficiency of selection and breeding work with domestic cattle breeds when using purebred breeding and crossing. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2015, No. 2 (18), pp. 29-34. (In Russian)

19. Abugaliev S. K., Yuldashbaev Yu. A., Baymukanov A.D., Bupbaeva L. R. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan* [Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan], 2019, No. 4(380), pp. 65-82, DOI 10.32014/2019.2518-1467.94. (In Kazakh)

20. Goncharenko I., Vynnychuk D. Jersey breed of cattle in the dairy industry of the USA. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* [Scientific Bulletin of Nubip of Ukraine. Series: Technology of Production and Processing of Livestock Products], 2014, No. 202, pp. 142-148. (In Ukrainian)

## Interbreeding as a method for increasing cows` milk productivity

Ivanova Irina Petrovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, the Chair of Animal Science

e-mail: [ip.ivanova@omgau.org](mailto:ip.ivanova@omgau.org)

The Federal State Educational Institution of Higher Education the Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin

**Keywords:** milk yield, milk fat, milk productivity, cattle, cross breeding.

### **Abstract**

Research has been carried out as a production experience to study the milk productivity of cattle depending on a method of breeding under the conditions of the Omsk Region. It has been found that the first-generation crossbreeds resulting from interbreeding of Holstein black-and-white cows with Jersey bulls surpass their black-and-white peers in the mass fraction of milk fat by 0.75%, in the mass fraction of milk protein by 1.04% for the first 100 days of lactation. The highest values of milk fat and protein yield have been noted in half-blooded cows of the Jersey breed, and these indicators are more due to fat and protein-milk content than to the milk yield level.

# Влияние гуминовых препаратов на формирование урожая и качество белокочанной капусты

Малхасян Аревик Бабкеновна, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

e-mail: zem@vgsa.ru

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

Соловьева Маргарита Владимировна, кандидат  
сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: zem@vgsa.ru

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

Петрова Ольга Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент

e-mail: Pog7pro@gmail.com

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

Романов Павел Владимирович, магистрант

e-mail: zem@vgsa.ru

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

**Ключевые слова:** белокочанная капуста, гуминовые препараты,  
всхожесть семян, урожайность, товарность, качество продукции,  
экономическая эффективность.

## Аннотация

В данной статье представлены результаты исследований по изучению влияния гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» при возделывании на дерново-подзолистой

среднесуглинистой почве гибрида белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub>. Установлено, что при предпосевной обработке семян капусты гуминовым препаратом гумат «Плодородие» в концентрации 0,01% всхожесть повышалась на 15%. Гуминовый препарат способствовал формированию более компактной и качественной рассады капусты (масса рассады увеличилась с 22,0 г на контроле до 25,2 г у обработанных растений). При обработке семян и рассады наиболее высокую урожайность капусты в среднем за 2 года получили от применения гуминового препарата гумат «Плодородие» – 45,7 т/га, прибавка урожая составила 4,0 т/га (+9,5%). Препараты гидрогумин, гумимакс, гумат калия увеличили урожайность белокочанной капусты только лишь на 1,5–1,9 т/га. Максимальный выход стандартной продукции формировала капуста Экстра F<sub>1</sub> (95,0%) при обработке семян и рассады гуминовым препаратом гумат «Плодородие». Качество продукции белокочанной капусты не ухудшалось при применении гуминовых препаратов. Во всех вариантах опыта содержание нитратов в продукции было ниже предельно допустимой концентрации. Препараты гумат калия и гумат «Плодородие» способствовали повышению содержания витамина С в продукции: 33,6 мг/% (+ 5,3 мг/%) и –38,0 мг/% (+9,7 мг/%) соответственно. Содержание сахаров в белокочанной капусте при обработке гуминовыми препаратами не изменялось.

Возделывание в южной части Псковской области белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> при обработке гуминовым препаратом гумат «Плодородие» является экономически эффективным, уровень рентабельности составил 68,6%.

В промышленном овощеводстве капуста является бесспорным лидером и по валовому сбору продукции находится на первом месте. В нашей стране она выращивается в большей части регионов России. На севере и в средней части Нечерноземья под белокочанную капусту отводится около 50% земель, на которых выращиваются овощи. Что касается удельного веса площади всех земельных угодий сельхозназначения, занимаемых капустными культурами, то он составляет около 98%. Это объясняется тем, что в Нечерноземной зоне России белокочанная капуста дает очень высокие урожаи, порой достигающие до 100 т/га.

Белокочанная капуста – ценная овощная культура, она накапливает в листьях большое количество полезных элементов, таких как углеводы, минеральные соли, витамины. В зависимости от биологических особенностей сорта и условий выращивания содержание этих веществ может изменяться в значительных пределах [1, 2, 3].

Водно-температурный режим климатических условий Псковской области благоприятствует получению высоких урожаев белокочанной капусты. Однако урожайность этой культуры и качество сортов часто оказывается значительно ниже ожидаемых. К этому привела наблюдаемая в последнее время утрата общей культуры земледелия, несоблюдение требуемых доз удобрений, как минеральных, так и органических.

Поэтому в качестве важнейшей проблемы сельского хозяйства на сегодняшнем этапе его развития выступает разработка агротехнологий, способствующих повышению его уровня эффективности, включающего, конечно же, урожайность и качество выращиваемой продукции. При этом данные технологии не должны загрязнять окружающую среду и призваны обеспечить получение продукции, свободной от токсических веществ. В качестве одного из примеров таких технологий может рассматриваться применение гуминовых препаратов, которые показывают высокую эффективность в качестве удобрений, мелиорантов и регуляторов роста [4].

Именно по этой причине в настоящее время в практике овощеводства широко применяются природные, экологически безопасные гуминовые препараты. Благодаря их внедрению в производство происходит постоянное совершенствование технологии выращивания овощных культур.

Гуминовые препараты применяются для повышения всхожести семян, ускорения роста и развития растений, повышения урожайности и качества продукции. Они адаптируют растения к природным и техногенным воздействиям, ускоряют прохождение фенологических фаз развития, оказывают активное влияние на обмен веществ, ограничивают поступление токсикантов в растение [4–12].

К преимуществам гуминовых препаратов следует отнести возможность сокращения расхода минеральных удобрений без ущерба для урожая вследствие повышения усваивания питательных веществ и в возможности значительно снизить количество применяемых пестицидов, не уменьшая при этом эффективности их действия, что представляется важным как в экономическом, так и экологическом аспектах. С экономической точки зрения гуминовые препараты представляют особый интерес, так как они являются наиболее дешевыми и в то же время эффективными биостимуляторами роста для сельскохозяйственных культур. Они применяются в очень малых дозах, легко транспортируются и в разных концентрациях могут применяться в любых почвенных районах [13–17].

Еще одним неоспоримым преимуществом гуминовых препаратов

является их практически неограниченная сырьевая база и доступная технология производства [4].

В связи с этим целью наших исследований является изучение влияния гуминовых препаратов на формирование урожая, качество и сохранность белокочанной капусты.

В задачи исследований входило:

- изучить влияние гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» на качество семян и рассады белокочанной капусты;

- изучить влияние гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» на формирование урожая белокочанной капусты;

- определить экономическую эффективность возделывания белокочанной капусты при применении гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие».

Материал и методика исследования

Исследования были проведены на опытном поле кафедры «Селекция, семеноводство и технология производства продукции растениеводства» ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА с 2020 по 2021 год. Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам [18, 19].

В южной части Псковской области климатические условия позволяют успешно возделывать белокочанную капусту. Климат характеризуется теплым летом, умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами. Сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°С равна 2000-2100°С. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая хорошо окультуренная, с содержанием гумуса 3,7%. 2020–2021 гг. характеризовались контрастными агрометеорологическими условиями по температурному режиму и количеству осадков для возделывания белокочанной капусты. Предшественником капусты был картофель.

Объектом исследований был гибрид белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub>. В опыте семена капусты Экстра F<sub>1</sub> за два дня до посева обрабатывали гуминовыми препаратами гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» в концентрации 0,01%. Экспозиция намачивания семян в растворах гуминовых препаратов – 2 часа. Второй раз растения капусты опрыскивали после посадки в поле гуминовыми препаратами (3 л/га 1% раствора). В качестве контроля были семена, обработанные водой.

Рассаду белокочанной капусты выращивали в необогреваемой теплице. Во второй декаде мая посадку рассады в поле осуществляли

по схеме 70x70 см. Возраст рассады – 30 дней. Повторность опыта 4-кратная. Площадь учетной делянки 40 м<sup>2</sup>.

Изучали в опыте посевные качества семян гибрида белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> при применении гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия, гумат «Плодородие» (ГОСТ 12038-84).

В опыте проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения рассады. Массу кочанов белокочанной капусты определяли весовым методом. Уборку белокочанной капусты осуществляли в первой декаде октября.

Анализ почвы и растительных образцов проводились в ФГБУ САС «Великолукское». Качество белокочанной капусты определяли по общепринятым методикам [20]. Экономическую эффективность возделывания белокочанной капусты рассчитывали по рекомендациям кафедры экономики, менеджмента и торгового дела ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. Статистическую обработку результатов исследований выполняли методом дисперсионного анализа [18] с применением компьютерных программ Statistica 5.1. for Windows.

#### Результаты исследования

Качество посевного материала во многом предопределяет конечные результаты работы по возделыванию овощей. Всхожесть семян в опыте при обработке водой (контроль) составила на 5-й день подсчёта 74%, тогда как при обработке гуминовыми препаратами она возростала от 2 до 13%. Подсчеты семян на 6-й день показали аналогичную картину в повышении всхожести семян от 2 до 13% при обработке семян гуминовыми препаратами. На 7-й день всхожесть семян в контроле составила 82%. Обработка гуминовыми препаратами превышала контроль соответственно от 3 до 15%. Самая высокая всхожесть семян была при применении препарата гумат «Плодородие» – 97%. Гумат калия при обработке семян в динамике показал меньшее влияние на всхожесть.

При изучении влияния гуминовых препаратов на оранжерейную всхожесть семян установлено, что посевной материал капусты белокочанной наилучшим образом отзывается на его обработку препаратом гумат «Плодородие».

Таким образом, обработка семян капусты препаратом гумат «Плодородие» стимулировала прорастание семян и приводила к заметному повышению всхожести до 97% (+15% к контролю).

Не менее значимым для будущего урожая белокочанной капусты является рост и развитие рассады возделываемой культуры. Белокочанная капуста весьма положительно реагирует на применение гуминовых препаратов. Установлено, что обработка гуминовыми

препаратами гидрогумин, гумимакс, гумат калия, гумат «Плодородие» семян белокочанной капусты способствовало повышению показателей качества рассады.

При проведении биометрических измерений рассады белокочанной капусты перед посадкой в поле установлено увеличение высоты, количества листьев, массы рассады при обработке гуминовыми препаратами по сравнению с контрольным вариантом.

Количество листьев рассады белокочанной капусты в опыте составило от 4 до 6 шт. Высота рассады капусты составила в контроле 18,4 см. Обработка гуминовыми препаратами приводила к повышению высоты рассады по вариантам опыта на 10,3–20,6%.

В результате обработки семян препаратами изменялась масса рассады капусты на 5,4–3,6%. Менее эффективным влиянием на массу рассады среди препаратов обладал гумат калия (5,4%). Наибольшую эффективность в воздействии на биометрические показатели оказал препарат гумат «Плодородие». При его применении масса рассады белокочанной капусты увеличивалась по отношению к контролю на 13,6%.

Таким образом, гуминовый препарат гумат «Плодородие» обладал наиболее эффективным действием и способствовал получению качественной рассады белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub>.

В 2020 году июнь был жарким и засушливым, температура воздуха была за месяц на 3,5°C выше нормы, осадков выпало 65%, ГТК составил 0,95, к концу месяца растения испытывали дефицит влаги. Июнь сменился прохладным и влажным июлем [21]. Однако обработка семян и рассады гуминовыми препаратами положительно сказалась на формировании урожая капусты. В опыте урожайность гибрида капусты Экстра F<sub>1</sub> варьировалась от 41,0 до 44,6 т/га. Применение гуминовых препаратов способствовало существенному увеличению урожая белокочанной капусты. Прибавка к контролю при применении препаратов гумат калия и гумистим составила 1,3 и 1,8 т/га. Препараты гумимакс и гумат «Плодородие» увеличили урожай белокочанной капусты на 5,8 и 8,7% (+2,4 и +3,6 т/га) по сравнению с контролем.

В мае 2021 года выпало осадков 101 мм. Отклонение от нормы составило 50 мм, что в 2 раза больше обычного. Температура воздуха во второй декаде составила 15,8 °C, что превышало на 3,8 °C среднегодовалые показатели. Июнь и июль отличались жаркой и умеренно влажной погодой. Избыточно влажным была первая декада августа (на 25 мм).

Следует отметить, что применение гуминового препарата гумат калия во второй год исследований показало намного лучшие результаты,

чем в 2020 году. Данный гуминовый препарат в 2021 году обеспечил получение урожая белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> в 44,0 т/га (на 1,7 т/га больше, чем в предыдущем году), что превысило аналогичные показатели контроля на 1,7 т/га, а также данные от применения гуминовых препаратов гидрогумин (на 0,5 т/га) и гумимакс (на 0,3 т/га). Установлено, что с применением гуминового препарата гумат «Плодородие» урожайность капусты Экстра F<sub>1</sub> составила 46,8 т/га, что на 4,5 т/га превышало урожай, полученный в контрольном варианте (табл. 1).

Обработка семян и рассады капусты гуминовыми препаратами гидрогумин и гумат калия показала аналогичные результаты: урожайность капусты Экстра F<sub>1</sub> составила 43,2 т/га и отклонение от контроля в 1,5 т/га.

Таблица 1 – Влияние гуминовых препаратов на урожайность гибрида белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> (среднее за 2020-2021 гг., т/га)

| Вариант            | Урожайность, т/га |         | Средняя урожайность за 2 года, т/га | Товарная продукция, % |
|--------------------|-------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------|
|                    | 2020 г.           | 2021 г. |                                     |                       |
| Вода (контроль)    | 41,0              | 42,3    | 41,7                                | 86,4                  |
| Гидрогумин         | 42,8              | 43,5    | 43,2                                | 91,5                  |
| Гумимакс           | 43,4              | 43,7    | 43,6                                | 92,4                  |
| Гумат калия        | 42,3              | 44,0    | 43,2                                | 89,9                  |
| Гумат «Плодородие» | 44,6              | 46,8    | 45,7                                | 95,0                  |
| НСР <sub>05</sub>  | 0,58              | 0,52    | 0,55                                | -                     |

Обработка препаратом гумимакс способствовала формированию урожая 43,6 т/га, что дало отклонение от контроля 1,9 т/га. При применении гуминового препарата гумат «Плодородие» средняя урожайность белокочанной капусты, полученная за 2 года, составила 45,7 т/га, что дало прибавку урожая по сравнению с контролем в 4,0 т/га.

Таким образом, гуминовый препарат гумат «Плодородие» в почвенно-климатических условиях Псковской области является наиболее эффективным для повышения урожайности и товарной продукции белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub>.

Принимая во внимание, что выращенный урожай белокочанной капусты необходимо сохранить, а затем полученную продукцию реализовать через торговые сети, особую значимость приобретает вопрос формирования стандартной продукции [22].

За два года исследований стандартная продукция белокочанной капусты превышала контроль в обработанных препаратами вариантах:

препарат гидрогумин – 91,5% (+5,1%); препарат гумимакс – 92,4% (+ 6%); препарат гумат калия – 89,9% (+3,5%) и препарат гумат «Плодородие» – 95% (+ 8,6%)

Таким образом, применение гуминового препарата гумат «Плодородие» при возделывании белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> увеличивало на 8,6 % количество стандартной продукции.

В таблице 2 приводятся данные о влиянии гуминовых препаратов на качество белокочанной капусты (среднее за 2020–2021 гг.).

Таблица 2 – Влияние гуминовых препаратов на качество гибрида белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> (среднее за 2020-2021 гг.)

| Препараты          | Сухое вещество, % | Витамин С, мг/% | Сахара, % | Нитраты, мг/кг |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Вода (контроль)    | 8,0               | 28,3            | 6,21      | 428            |
| Гидрогумин         | 9,0               | 29,0            | 6,34      | 370            |
| Гумимакс           | 8,6               | 28,7            | 6,29      | 379            |
| Гумат калия        | 9,1               | 33,6            | 6,26      | 365            |
| Гумат «Плодородие» | 10,8              | 38,0            | 6,52      | 306            |

Сравнение полученных данных показывает, что по степени эффективности в части образования сухого вещества в продукции гуминовые препараты показали себя следующим образом: самый эффективный – гуминовый препарат гумат «Плодородие», показавший наибольшее превышение от контроля 2,8%. Затем, по мере убывания эффективности, список гуминовых препаратов можно разместить следующим образом: гумат калия, гидрогумин, гумимакс.

Содержание витамина С в выращенной продукции при применении гуминовых препаратов превышает данные контроля, что также свидетельствует о положительном влиянии на данный показатель качества белокочанной капусты.

Так, при обработке водой содержание витамина С в продукции составило 28,3 мг/%. При этом же обработка препаратами гумимакс, гидрогумин, гумат калия повышали содержание витамина С в продукции незначительно – на 0,4 и 0,7 мг/%. Препараты гумат калия и гумат «Плодородие» способствовали повышению содержания витамина С в продукции 33,6 мг/% (+ 5,3 мг/%) и –38,0 мг/% (+9,7 мг/%). Содержание сахаров в белокочанной капусте при обработке гуминовыми препаратами гумимакс, гидрогумин, гумат калия и гумат «Плодородие» не изменялось.

Содержание нитратов в белокочанной капусте Экстра F<sub>1</sub> в контрольном варианте составляло 428 мг/кг. Применение гуминовых

препаратов гидрогумин, гумимакс и гумат калия снижало содержание нитратов в продукции на 49, 58 и 63 мг/кг по сравнению с контролем. Самое низкое содержание нитратов в капусте Экстра F<sub>1</sub> (306 мг/кг) было при обработке препаратом гумат «Плодородие». В этом же варианте снижение содержания нитратов в капусте составило 122 мг/кг.

Таким образом, из проведенного анализа влияния гуминовых препаратов на качество капусты белокочанной Экстра F<sub>1</sub> можно сделать вывод, что применение препарата гумат «Плодородие» дает стабильно высокие результаты, превосходящие аналогичные данные при использовании других гуминовых препаратов, как в части увеличения в продукции удельной доли полезных веществ, так и в части снижения содержания нитратов.

Анализ результатов проведенного исследования свидетельствует о том, что производственные затраты на 1 га при выращивании белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> увеличиваются за счет применения различных видов гуминовых препаратов при обработке семян и рассады.

Установлено, что прирост материальных затрат на единицу посевной площади (с 962,0 до 1002,7 тыс. руб./га) оправдан, поскольку по результатам проведенного эксперимента обеспечивает прирост урожайности белокочанной капусты и, соответственно, увеличение стоимости валовой продукции и условного чистого дохода с 1 га.

В целом экономические расчеты показали, что применение гуминовых препаратов влияет на увеличение валового сбора продукции за счет интенсивности производства и становится важным фактором снижения производственной себестоимости возделывания белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> и прироста уровня рентабельности при дальнейшей реализации выращенной продукции (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> при применении гуминовых препаратов (среднее за 2020–2021 гг.)

| <b>Показатели</b>             | <b>Вода<br/>(контроль)</b> | <b>Гидрогумин</b> | <b>Гумимакс</b> | <b>Гумат<br/>калия</b> | <b>Гумат<br/>«Плодородие»</b> |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|-------------------------------|
| Урожайность, т/га             | 41,7                       | 43,2              | 43,6            | 43,2                   | 45,7                          |
| Трудоемкость, чел.-ч/т        | 11,4                       | 11,2              | 11,2            | 10,0                   | 11,0                          |
| Себестоимость, руб./т         | 23 069,5                   | 22 655,1          | 22 534,4        | 22 657,4               | 21 940,9                      |
| Условный чистый доход, руб./т | 13 930,5                   | 14 344,9          | 14 465,6        | 14 342,6               | 15 059,1                      |
| Уровень рентабельности, %     | 60,4                       | 63,3              | 64,2            | 63,3                   | 68,6                          |

Наибольший уровень рентабельности (68,6%) при возделывании белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> отмечен при обработке семян и рассады препаратом гумат «Плодородие», что на 8,2% больше по сравнению с контролем. Следовательно, для условий южной части Псковской области наиболее экономически обоснованным из примененных при проведении опыта природных стимуляторов роста растений является применение препарата гумат «Плодородие» при возделывании белокочанной капусты.

#### **Заключение**

Таким образом, применение гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия, гумат «Плодородие» оказало положительное влияние на всхожесть семян, биометрические показатели рассады белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> и ее продуктивность. Значительное действие на величину всхожести оказал препарат гумат «Плодородие» – 97%, что превысило контроль на 15%. Данный гуминовый препарат способствовал повышению урожайности капусты на 10,0% и товарности продукции на 8,6%. Гуминовый препарат гумат «Плодородие» снизил содержание нитратов в продукции. Уровень рентабельности производства капусты белокочанной при обработке препаратом гумат «Плодородие» повысился на 8,2%.

#### **Литература:**

1. Овощеводство / Г. И. Тараканов, В. Д., Мухин, К. А. Шуин [и др.]; под редакцией Г. И. Тараканова и В. Д. Мухина. – 2-е изд.,

перераб. и доп. – М. : КолосС, 2003. – 472 с.

2. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]; под ред. А. А. Аутко. – Мн. : Беларуская навука, 2012. – 490 с.

3. Крашенинник, Н. В. Особенности технологии выращивания белокочанной капусты / Н. В. Крашенинник // Вестник овощевода. – 2010. – № 2. – С. 16-44.

4. Кирдей, Т. А. Гуминовые препараты в агротехнологиях / Т. А. Кирдей // Земледелие. – № 5. – 2013. – С. 12-14.

5. Щерба, Е. В. Качество рассады раннеспелой белокочанной капусты в зависимости от регуляторов роста в лесостепи Новосибирского Приобья / Е. В. Щерба, С. С. Потапова, Р. Р. Галеев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (101). – С. 8-12.

6. Малхасян, А. Б. Формирование урожая базилика при применении гуминовых препаратов Гумимакс и Гумат +7 / А. Б. Малхасян // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 20-22.

7. Малхасян, А. Б. Влияние природных регуляторов роста на урожайность и качество белокочанной капусты / А. Б. Малхасян, И. Н. Павлов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6. – С. 116-119.

8. Малхасян, А. Б. Урожайность и качество продукции сортов свеклы столовой в условиях Псковской области / А. Б. Малхасян // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 8-13.

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

10. Малхасян, А. Б. Влияние экологически безопасных препаратов на всхожесть семян и урожайность столовой моркови / А. Б. Малхасян, Ю. В. Иванова // Достижения науки в области АПК : материалы регион. науч.-практ. конф. (09 октября 2020 г.). – Великие Луки : ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, 2020. – С. 52-54.

11. Малхасян, А. Б. Рост, развитие и качество листовой петрушки при обработке гуминовыми препаратами / А. Б. Малхасян, М. Б. Шабанов // Научное обеспечение инновационного развития АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. (18 мая 2020 г.). – Великие Луки : ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, 2020. – С. 60-66.

12. Левченкова, А. Н. Агроэкологическая оценка применения гуминовых препаратов в условиях Великолукского района Псковской

области / А. Н. Левченкова, Т. И. Володина // Достижения науки в области АПК : материалы регион. науч.-практ. конф. (09 октября 2020 г.). – Великие Луки : ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, 2020. – С. 48-51.

13. Наими, О. И. Применение гуминовых препаратов в сельском хозяйстве / О. И. Наими // Аллея Науки : науч.-практ. электрон. журн. – 2018. – № 10 (26). – С. 397-403. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_36702731\\_90581643.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36702731_90581643.pdf)

14. Устименко, И. Ф. Урожайность гибридов белокочанной капусты при применении регулятора роста Экорост / И. Ф. Устименко, А. В. Сандаевская // Достижения науки в области АПК : материалы регион. науч.-практ. конф. (09 октября 2020 г.). – Великие Луки : ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, 2020. – С. 108-111.

15. Поволоцкая, Ю. С. Краткий обзор гуминовых препаратов / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – Т. 5-1. – С. 37-40.

16. Галеев, Р. Р. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество капусты белокочанной в разных природных зонах Сибири / Р. Р. Галеев, Л. Н. Езепчук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5(79). – С. 9-13.

17. Дудкин, Д. В. Практика применения искусственно полученных гуминовых кислот на овощных культурах в условиях Алтайского Приобья / Д. В. Дудкин, Е. В. Кашнова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (56). – С. 28-31.

18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

19. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик [и др.]; под ред. В. Ф. Белика. – М. : Агропромиздат, 1992. – 318 с.

20. Ермаков А .И. Методика биохимических исследований / А. И. Ермаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 278 с.

21. Агроклиматические ресурсы Псковской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 111 с.

22. Борисов, В. А. Качество и лёжкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – М. : Изд-во ГНУ ВНИИО, 2003. – 628 с.

## References:

1. Tarakanov G.I., Mukhin V.D., Shuin K.A. Ovoshchevodstvo[Vegetable growing]. Moscow, Kolos-Publ., 2003. 472 p.
2. Autko A.A. Sovremennyye tekhnologii v ovoshchevodstve[Modern

technologies in vegetable growing]. Minsk, Belarusskayanavuka –Publ., 2012. 490 p.

3. Krashenninnik N. V. Features of the technology of growing white cabbage. Vestnikovoshchevoda[Bulletin of the vegetable grower], 2010, no.2, pp. 16-44. (in Russian)

4. Kirdey T. A. Humic preparations in agrotechnologies. Zemledeliye [Agriculture], 2013, pp. 12-14. (in Russian)

5. Shcherba E.V., Potapova S.S., Galeyev R.R. The quality of seedlings of early-ripening white cabbage depending on growth regulators in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. Vestnik Altayskogogos udarstvennogoagrarnogo universiteta[Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2013, no.3 (101), pp. 8-12. (in Russian)

6. Malkhasyan A. B. Formation of basil harvest when using humic preparations Humimax and Humate +7. Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii[Proceedings of the Velikiye Luki State Agricultural Academy], 2015, no. 2, pp. 20-22. (in Russian)

7. Malkhasyan A.B., Pavlov I.N. The influence of natural growth regulators on the yield and quality of white cabbage. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta[Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2018, no.6, pp. 116-119. (in Russian)

8. Malkhasyan A.B. Productivity and product quality of table beet varieties in the conditions of the Pskov region. Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii[Proceedings of the Velikiye Luki State Agricultural Academy], 2018, no. 2, pp. 8-13. (in Russian)

9. Malkhasyan A.B., Nefedova A. N. Productivity, quality and safety of table carrot root crops when using humic preparations. Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii[Proceedings of the Velikiye Luki State Agricultural Academy], 2019, no. 1, pp. 27-32. (in Russian)

10. Malkhasyan A.B., Ivanova YU.V. The influence of environmentally friendly preparations on seed germination and yield of table carrots. Trudy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Dostizheniyanauki v oblasti APK"[Proc. of the scientific and practical conference "Achievements of science in the field of agriculture"]. Velikiye Luki, 2020, pp. 52-54.

11. Malkhasyan A.B., Shabanov M.B. Growth, development and quality of leaf parsley when treated with humic preparations. Trudyconf. "Nauchnoye obespecheniyeinnovatsionnogorazvitiya APK"[ Proc. of the international scientific and practical conference "Scientific support of innovative development of the agro-industrial complex"]. Velikiye Luki, 2020, pp. 60-66.

12. Levchenkova A.N., Volodina T.I. Agroecological assessment of the use of humic preparations in the conditions of the Velikiye Luki district of the Pskov region. Trudy region. nauch.-prakt. konf. "Dostizheniyanauki v oblasti APK"[Proc. of the scientific and practical conference "Achievements of science in the field of agriculture"]. Velikiye Luki, 2020, pp. 48-51.

13. Naimi O.I. Application of humic preparations in agriculture. Alleya Nauki[Alley of Science], 2018, no. 10 (26), pp. 397-403. (in Russian)

14. Ustimenko I.F., Sandayevskaya A.V. Productivity of white cabbage hybrids when using the Ecorost growth regulator. Trudyregion. nauch.-prakt. konf. "Dostizheniyanauki v oblasti APK"[Proc. of the scientific and practical conference "Achievements of science in the field of agriculture"]. Velikiye Luki, 2020, pp. 108-111. (in Russian)

15. Povolotskaya YU. S. A brief overview of humic preparations. Me zhdu narodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk[International Journal of Humanities and Natural Sciences], 2019, no. 5-1, pp. 37-40. (in Russian)

16. Galeyev R.R., Yezepchuk L.N. The influence of growth regulators on the yield and quality of white cabbage in different natural zones of Siberia. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2011, no. 5(79), pp. 9-13. (in Russian)

17. Dudkin D.V., Kashnova E.V. The practice of using artificially obtained humic acids on vegetable crops in the conditions of the Altai Ob region. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2015, no.6 (56), pp. 28-31. (in Russian)

18. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovamistatisticheskoy obrabotkirezul'tatovissledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat-Publ., 1985. 351 p.

19. Belik V.F. Metodika opyt'nogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve [Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing]. Moscow, Agropromizdat-Publ., 1992. 318 p.

20. Yermakov A.I. Metodika biokhimi cheskikh issledovaniy [Methods of biochemical research], Moscow, Agropromizdat-Publ., 1987. 278 p.

21. Agroklimaticheskiye resursy Pskovskoy oblasti [Agro-climatic resources of the Pskov region]. Leningrad, Gidrometeoizdat-Publ., 1972. 111 p.

22. Borisov V.A., Litvinov S.S., Romanova A.V. Kachestvo i lezhkost' ovoshchey [The quality and keeping quality of vegetables]. Moscow, Izd-vo GNU VNIIO-Publ., 2003. 628 p.

## Humic preparation effect on white cabbage crop formation and product quality

Malkhasyan Arevik Babkenovna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor

e-mail: zem@vgsa.ru

Velikiye Luki State Agricultural Academy Federal State Budget Higher Education Institution.

Solov'yeva Margarita Vladimirovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor

e-mail: zem@vgsa.ru

Velikiye Luki State Agricultural Academy Federal State Budget Higher Education Institution.

Petrova Ol'ga Gennad'yevna, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor

e-mail: Pog7pro@gmail.com

Velikiye Luki State Agricultural Academy Federal State Budget Higher Education Institution.

Romanov Pavel Vladimirovich, 2<sup>nd</sup> year master student of 35.04.04 «Agronomy»

e-mail: zem@vgsa.ru

Velikiye Luki State Agricultural Academy Federal State Budget Higher Education Institution.

**Keywords:** white cabbage, humic preparations, seed germination, yield, marketability, product quality, economic efficiency

### Abstract

The article presents the results of a research on the effect of humic preparations of hydrohumin, humimax, potassium humate and «Plodorodiye»

humate when cultivating a white cabbage "Extra F1" hybrid on sod-podzolic medium loamy soil. It was found that when cabbage seeds are treated with «Plodorodiye» humate humic preparation at a concentration of 0.01% before sowing, germination increases by 15%. The humic preparation contributed to a more compact and high-quality cabbage seedlings formation (the weight of seedlings increased from 22.0 g in the control group to 25.2 g in the treated plants). When processing seeds and

seedlings, the highest yield of cabbage in a 2- year average was obtained from the use of the «Plodorodiye» humate humic preparation - 45.7 t / ha, the increase in yield was 4.0 t/ha (+9.5%). The hydrohumin, humimax, potassium humate preparations increased the white cabbage yields by only 1.5 - 1.9 t/ha. The «Extra F1» cabbage formed the maximum yield of standard products (95.0%) when seeds and seedlings were treated with the «Plodorodiye» humate humic preparation. The quality of white cabbage products did not deteriorate because of the use of humic preparations. In all the experiment variants, the nitrate content in the products was below the maximum permissible concentration. The preparations of potassium humate and «Plodorodiye» humate contributed to an increase in the vitamin C content in the products of 33.6 mg/% (+ 5.3 mg/%) and 38.0 mg/% (+9.7 mg/%), respectively. The sugar content in white cabbage did not. Cultivation of "Extra F1" white cabbage in the southern part of the Pskov region with humic preparation «Plodorodiye» humate treatment is cost-effective, the profitability level amounts to 68.6%.

# Морфологическая характеристика патологических изменений почек при мочекаменной болезни у морской свинки – *Mus porcellus* (клинический случай)

Пичугина Ольга Александровна, кандидат ветеринарных наук, заведующий государственной ветеринарной клиникой  
e-mail: pichugina\_o.a@mail.ru

Бюджетное учреждение Омской области «Омский областной центр по профилактике, экспертизе и лечению животных»

Овчинников Дмитрий Константинович, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры экологии, природопользования и биологии  
e-mail: biolog-ivm@mail.ru

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

Авдеев Дмитрий Борисович, кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии,  
e-mail: avdeev86@inbox.ru

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет»

Гречко Виктор Валентинович, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии хирургии и акушерства.

e-mail: vg\_1988@mail.ru

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

**Ключевые слова:** морская свинка, уролитиаз, морфометрия, гистология, почка.

## Аннотация

В статье описан клинический случай мочекаменной болезни у морской свинки. Материалом исследования явились почки морской свинки с полной обструкцией мочевыводящих путей уролитом. Для оценки морфологической структуры почек использовалась классическая гистологическая методика, проведен морфометрический анализ материала, окрашенных гематоксилин-эозином, с помощью плагинов программы ImageJ 1.53, проверка статистических гипотез (непараметрические критерии) в программе Statistica 8.0 и Microsoft Excel 2016. В результате исследования выявлена полная обструкция мочевыводящих путей уролитом, вызывавшая тяжёлые деструктивные изменения в эпителии проксимальных канальцев почек и острый интерстициальный нефрит.

## Введение

Долгое время морские свинки считались идеальной моделью для воспроизводства различных лабораторных экспериментов. В связи с этим был накоплен материал, касающийся различных отраслей науки, в том числе огромный научный пласт по морфологии и структурным изменениям в результате воздействия различных патологических процессов. Однако следует обратить внимание на тот факт, что подавляющее количество накопленного материала имеет характер искусственно воспроизведенного эксперимента. В то время как морфологические характеристики видовых патологий морских свинок, возникающих в процессе их одомашнивания изучены недостаточно. Одной из наиболее частых патологий мочевыводящей системы растительноядных грызунов является мочекаменная болезнь, при которой уролиты могут формироваться в почках, мочеточниках, мочевом пузыре или уретре.

## Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили почки морской свинки. Гистологические препараты изготавливали по стандартной методике. Для оценки морфологической структуры почки применяли окраску гематоксилин-эозин.

Для изучения гистологических препаратов использовали световой микроскоп Nikon eclipse e200 (объектив x4, x10, x40, x100). Компьютерные программы Adobe Photoshop, Microsoft Excel (2016), MedCalc, Statistica 8.0 (StatSoft) [2].

## Результаты и обсуждение

Почка – это однососочковый парный паренхиматозный орган, выполняющий ряд важных функций таких как образование мочи,

выведение продуктов обмена, очищение крови и регуляции химического гомеостаза организма. У малоподвижной морской свинки почки располагаются на одном уровне. У растительноядных грызунов, таких как морская свинка почки короткие, имеют округло-овальную форму [4].

В результате формирования уrolита в мочевыводящей системе у морских свинок возникает ряд осложнений, таких как цистит, нефрит и пиелонефрит [8].

На всех полях зрения отмечалось диффузное умеренное наполнение венозно-капиллярного русла коркового и мозгового вещества [5, 6]. При обструкции уrolита в нижних отделах мочевыводящей системы возникают наиболее тяжелые деструктивные изменения. При оценке гистосрезов мы выявили тубулoneкроз проксимальных канальцев почек (рис. 1). Это поражение характеризовалось прежде всего ядерным пикнозом и кариолизисом. Изменения в эпителиальных клетках канальцев сопровождались потерей четкой границы цитоплазмы, зернистой и вакуольной дистрофией. На препаратах присутствовали признаки отделения эпителиальных клеток канальцев от базальных мембран. Процесс сопровождался десквамацией эпителиальных клеток с образованием клеточного детрита в полости канальцев [1, 3, 7].

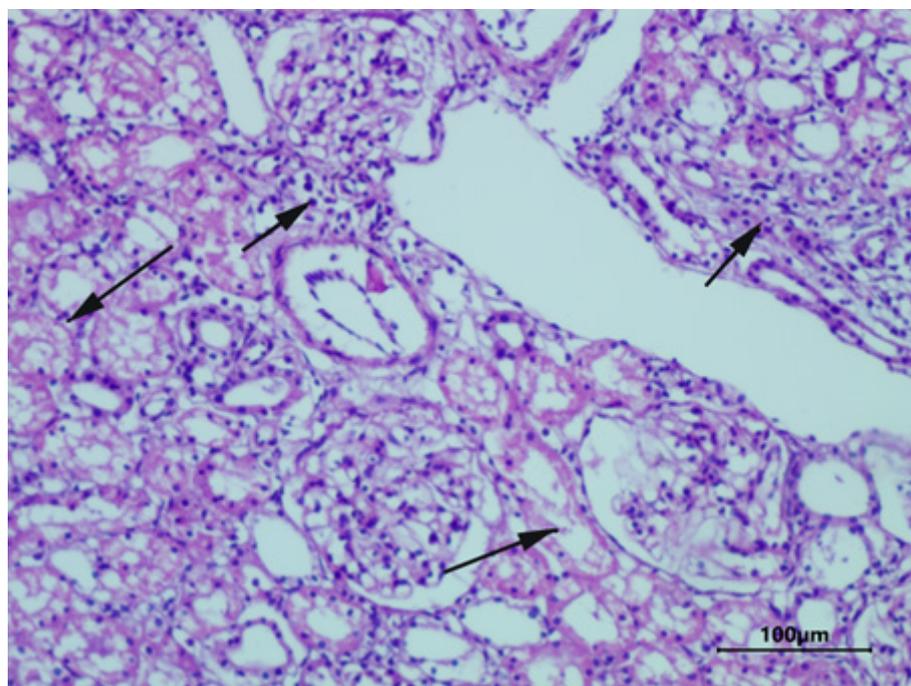


Рисунок 1 - Гистологический срез почки морской свинки при полной обструкции уретры уrolитом. Некроз ядер эпителия проксимальных канальцев почек (стрелка). Вакуольная и зернистая дистрофия цитоплазмы. Инфильтрация лейкоцитами интерстициальной ткани (острие стрелки). Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x10; шкала – 100 мкм.

Виден чёткий диаметр дистальных канальцев с однослойным однорядным кубическим эпителием (рис. 2, табл. 1).

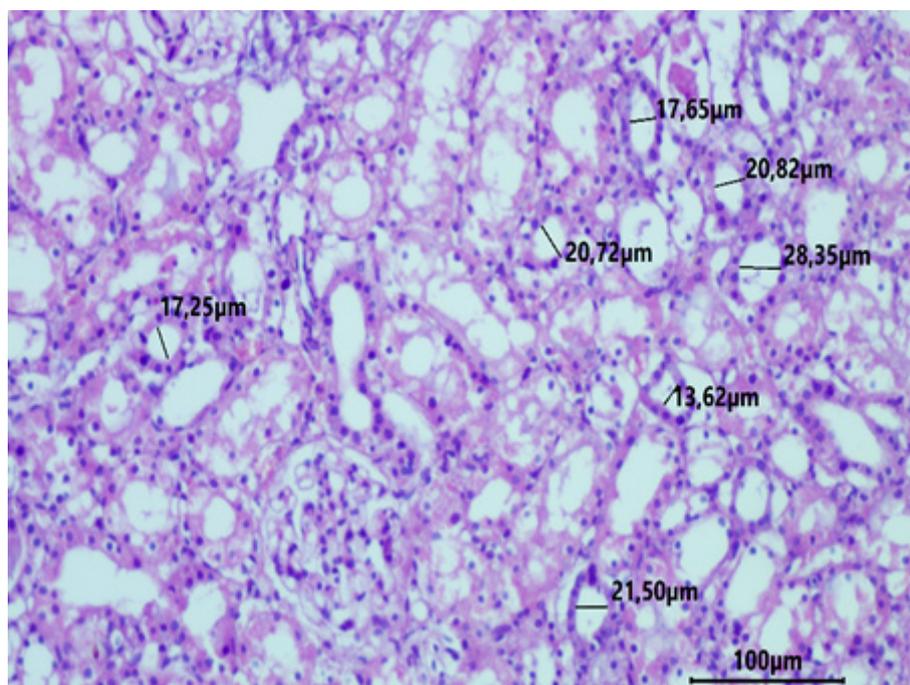


Рисунок 2 - Гистологический срез почки морской свинки при мочекаменной болезни: показан чёткий диаметр дистальных канальцев с однослойным однорядным кубическим эпителием, где происходит реабсорбция воды. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x10; шкала – 100 мкм.

Таблица 1 – Морфометрические показатели дистальных канальцев почки морской свинки

| Индекс | Диаметр дистальных канальцев мкм | Длина мкм |
|--------|----------------------------------|-----------|
| 1      | L1                               | 17,25     |
| 2      | L2                               | 21,50     |
| 3      | L3                               | 17,65     |
| 4      | L4                               | 16,06     |
| 5      | L5                               | 20,82     |
| 6      | L6                               | 28,35     |
| 7      | L7                               | 13,62     |
| 8      | L8                               | 20,72     |
| 9      | Счетчик                          | 8         |
| 10     | Среднее                          | 19,50     |
| 11     | Максимум                         | 28,35     |
| 12     | Минимум                          | 13,62     |
| 13     | Стандартное отклонение           | 4,19      |
| 14     | Sample Standard Deviation        | 4,48      |

В интерстициальной ткани отмечен острый тубуло-интерстициальный нефрит, который проявлялся в выраженном отеке интерстиция, скоплением лейкоцитов и полнокровием кровеносных сосудов. Кроме того, отмечаются признаки острого пиелонефрита, которые выражены мультифокальным скоплением лейкоцитов в интерстициальной ткани (рис. 3, 4) и лоханке.

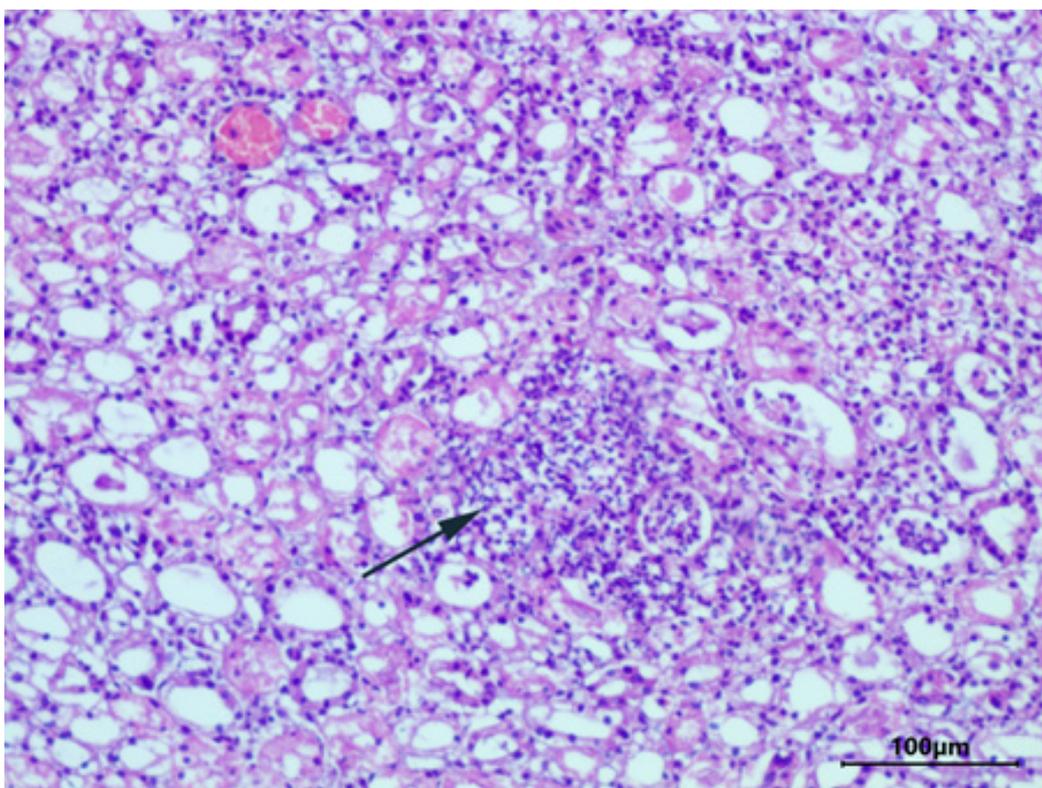


Рисунок 3 - Гистологический срез почки морской свинки. Скоплением лейкоцитов в интерстициальной ткани. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x10; шкала – 100 мкм.

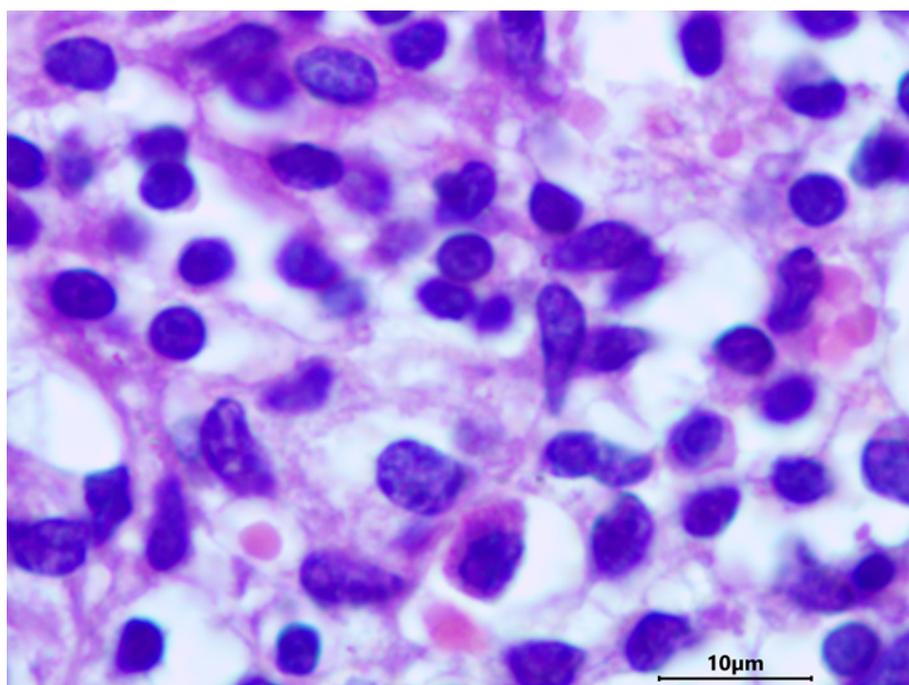


Рисунок 4 - Гистологический срез почки морской свинки при мочекаменной болезни: увеличение форменных элементов крови. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x100; шкала – 10 мкм.

Проведены замеры сосудистого клубочка (рис. 5, табл. 2), а также переполнения сосудов кровью (рис. 6, 7).

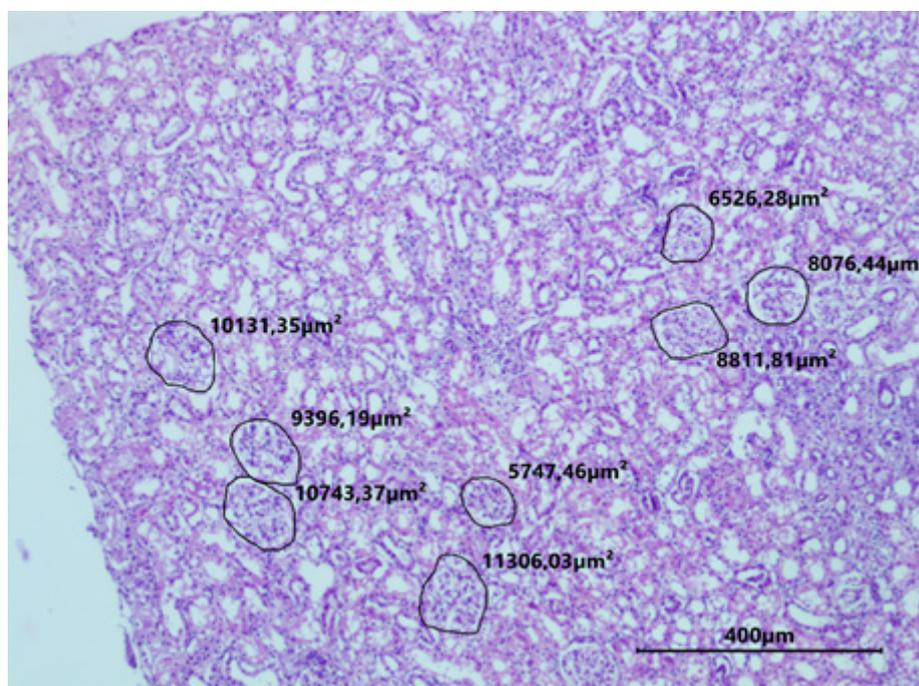


Рисунок 5 - Гистологический срез почки морской свинки после мочекаменной болезни: капсула нефрона охватывает сосудистый клубочек (показана кружочком площадь) и вместе они образуют почечное тельце. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x4; шкала – 400 мкм.

Таблица 2 – Морфометрические показатели почки морской свинки

| Индекс | Сосудистый клубочек       | Площадь мкм | Длина мкм |
|--------|---------------------------|-------------|-----------|
| 1      | Py1                       | 10131,35    | 370,75    |
| 2      | Py2                       | 9396,19     | 360,84    |
| 3      | Py3                       | 10743,37    | 389,90    |
| 4      | Py4                       | 5747,46     | 272,21    |
| 5      | Py5                       | 11306,03    | 392,98    |
| 6      | Py6                       | 6526,28     | 291,93    |
| 7      | Py7                       | 8076,44     | 323,04    |
| 8      | Py8                       | 8811,81     | 352,68    |
| 9      | Счетчик                   | 8           | 8         |
| 10     | Среднее                   | 8842,37     | 344,29    |
| 11     | Максимум                  | 11306,03    | 392,98    |
| 12     | Минимум                   | 5747,46     | 272,21    |
| 13     | Стандартное отклонение    | 1843,30     | 41,66     |
| 14     | Sample Standard Deviation | 1970,57     | 44,54     |

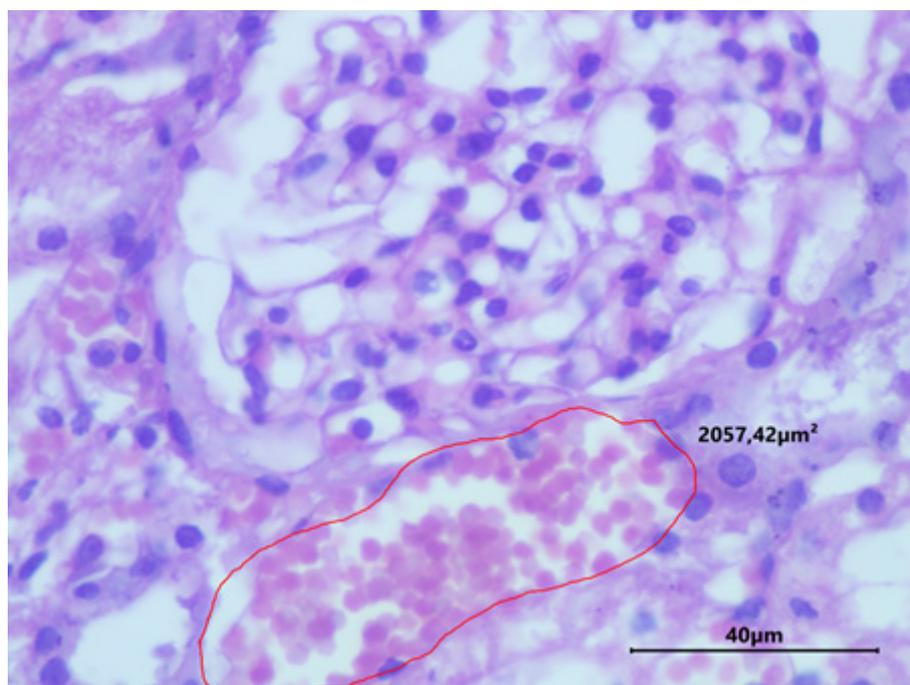


Рисунок 6 - Гистологический срез почки морской свинки при мочекаменной болезни – переполненные кровью сосуды. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x40; шкала – 40 мкм.

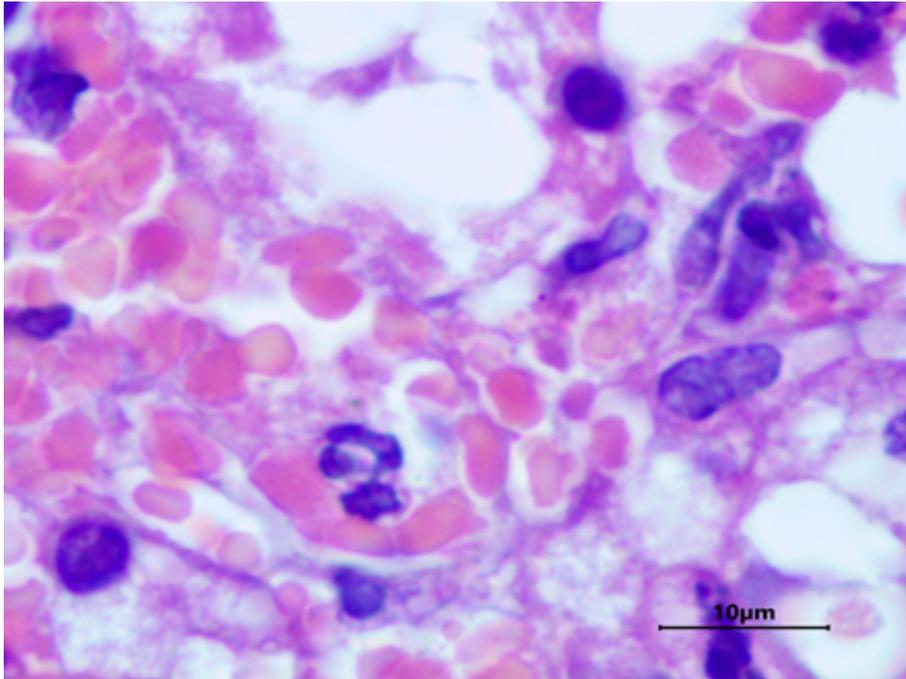


Рисунок 7 - Фрагмент почки морской свинки при мочекаменной болезни – переполненные кровью сосуды. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x100; шкала – 10 мкм.

### Выводы

Анализируя данные наших исследований, мы пришли к выводу, что длительное воздействие уrolита, которое приводит к полной обструкции мочевыводящих путей у морских свинок, вызывает тяжелые деструктивные изменения в эпителии проксимальных канальцев почек и приводит к острому пиелонефриту и острому тубуло-интерстициальному нефриту.

### Литература:

1. Биркхардт, К. Клиническая ветеринарная патофизиология / К. Биркхардт. – М.: Аквариум, 2000. – С. 97.
2. Боровиков, В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
3. Мейер, Д. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика: пер. с англ. / Д. Мейер, Д. Харви. – М.: Софион, 2007. – С. 21–23.
4. Петренко, В.М. О топографии селезенки и почек у морской свинки и белой крысы / В.М. Петренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 5. – С. 142–143.
5. Петренко, В.М. Сравнительная анатомия почек и селезенки

у грызунов / В.М. Петренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 710-713.

6. Рахманов А. И. Хомяки и морские свинки. Содержание. Кормление. Лечение мелких домашних животных / А.И. Рахманов. – М.: Аквариум, 2007. – 112 с.

7. Pathology of Small Mammal Pets Patricia V.Turner, Marina L. Brash, Dale A. Smith. 2017. P. 448

8. Saunders W. B Lance Jepson Exotic Animal Medicine: A Quick Reference Guide. 2016. P. 656.

### References:

1. Birkkhardt, K. Klinicheskaya veterinarnaya patofiziologiya [Clinical Veterinary Pathophysiology]. Moscow, Akvarium Publ., 2000. 97 p. (In Russian)

2. Borovikov, V. Statistika. Iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere [The Art of Data Analysis on Computer]. St. Petersburg, Piter Publ. 2003: 2nd edition. 688 p. (In Russian)

3. Meyer, D., Harvey, D. Veterinarnaya laboratornaya meditsina. Interpretatsiya i diagnostika [Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnostics]. Moscow, Sofion Publ., 2007. 21–23 pp. (In Russian)

4. Petrenko, V. M. On topography of spleen and kidneys in guinea pig and white rat. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy [International Journal of Applied and Basic Researches], 2013, No. 5, pp. 142-143. (In Russian)

5. Petrenko, V. M. Comparative anatomy of kidneys and spleen in rodents Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy [International Journal of Applied and Basic Researches], 2016, No. 6-4, pp. 710-713. (In Russian)

6. Rakhmanov, A. I. Homyaki i morskije svinki. Soderzhanie. Kormlenie. Lechenie melkih domashnih zhivotnyh [Hamsters and Guinea Pigs. Keeping. Feeding. Treatment of Small Domestic Animals]. Moscow, Akvarium Publ., 2007. 112 p. (In Russian)

7. Turner Patricia V., Brash Marina L., Smith Dale A. Pathology of Small Mammal Pets. 2017. 448 p. (In English)

8. Saunders W. B., Jepson Lance Exotic Animal Medicine: A Quick Reference Guide. 2016. 656 p. (In English)

## Morphological Characteristics of Pathological Kidney Changes in Urolithiasis of Guinea Pig - *Mus Porcellus* (Clinical Case).

Pichugina Olga Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Head of the Veterinary Department, Head of the State Veterinary Clinic

e-mail: [pichugina\\_o.a@mail.ru](mailto:pichugina_o.a@mail.ru)

The Budgetary Institution of the Omsk Region the Omsk Regional Center for Prevention, Examination and Treatment of Animals

Ovchinnikov Dmitriy Konstantinovich, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, the Chair of Ecology, Nature Management and Biology

e-mail: [biolog-ivm@mail.ru](mailto:biolog-ivm@mail.ru).

The Federal State Educational Institution of Higher Education the Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin

Avdeev Dmitriy Borisovich, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Senior Lecturer, the Department of Histology, Cytology and Embryology

e-mail: [avdeev86@inbox.ru](mailto:avdeev86@inbox.ru)

The Federal State Educational Institution of Higher Education the Omsk State Medical University

Grechko Victor Valentinovich, Candidate of Sciences (Veterinary Medicine), Associate Professor, the Chair of Diagnostics, Internal Non-Infectious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics

e-mail: [vg\\_1988@mail.ru](mailto:vg_1988@mail.ru)

The Federal State Educational Institution of Higher Education the Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin

**Keywords:** guinea pig, urolithiasis, morphometry, histology, kidney.

### Abstract

The article describes a clinical case of urolithiasis in a guinea pig. The study material has been the kidneys of a guinea pig with complete obstruction of the urinary tract by urolithiasis. To assess the morphological structure of the kidneys, a classical histological technique has been used, a morphometric analysis of hematoxylin-eosin-stained material has been carried out using ImageJ 1.53 plugins, and statistical hypotheses

(nonparametric criteria) have been tested in Programs Statistica 8.0 and Microsoft Excel 2016. The study has revealed complete obstruction of the urinary tract by urolithiasis, which has caused severe destructive changes in the epithelium of the proximal tubules of the kidneys and acute interstitial nephritis.

# Генетическое разнообразие в популяциях кур русская белая, пушкинская и корниш на основе анализа гомозиготных районов

Рейнбах Наталья Романовна, аспирант, младший научный сотрудник

e-mail: miss.reynbax@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»

Вахрамеев Анатолий Борисович, старший научный сотрудник

e-mail: ab\_poultry@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, аспирант, младший научный сотрудник

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»

Макарова Александра Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

e-mail: admiralmak@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»

Федорова Зоя Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник

e-mail: zoya-fspb@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»

**Ключевые слова:** ДНК, SNP, Gallus gallus, ROH.

### **Аннотация**

Проведено сравнительное изучение распределения гомозиготных районов в генофондных породах кур для выявления связи между результатами селекции и признаками продуктивности. Получены новые данные по генетической архитектуре распределения гомозиготных районов в популяциях пород русская белая, корниш и пушкинская. Полученные новые знания о генах, связанных с продуктивностью птиц способствуют более широкому мониторингу популяций и внедрению в селекционно-генетический процесс.

### **Введение**

Технология SNP-скринирования является высокоэффективным инструментом генетического анализа, способным выявлять структурные особенности участков генома для использования в разведении животных. Сопутствующим феноменом селекции и воспроизводстве популяций с малой численностью является инбридинг. Для оценки инбридинга необходимо идентифицировать районы генома с гомозиготными SNP [1, 2]. Сравнительная оценка особенностей распределения гомозиготных районов в геноме кур является важным источником информации об изменчивости генофонда в исследуемой популяции и положительном ассортативном скрещивании: инбридинге, селекционном давлении [3, 4, 5]. Это особенно желательно при разведении малочисленных групп для оценки степени инбридинга [6, 7].

Идентификация протяженных гомозиготных сегментов генома (ROH) свидетельствует о наличии инбридинга на относительно близких родственниках [8]. Эти ROH-сегменты представляют особый интерес и встречаются в одних и тех же районах хромосом у многих видов животных. Длина гомозиготных районов (ROH) в геноме конкретного

животного зависит от направления и интенсивности отбора, дрейфа генов и эффективной численности исходной популяции [6]. Длинные ROH типичны для инбредных особей. Напротив, короткие ROH могут использоваться как индикаторы более «древнего» или «стихийного» инбридинга [7, 9, 10, 11].

В связи с этим изучение гомозиготных районов в породах редких и исчезающих пород кур представляет интерес.

Русская белая порода представляет очень важный элемент анализа ROH. Порода создана путем поглотительного скрещивания белыми леггорнами отечественных кур. Особый интерес представляет популяция Русской белой породы ВНИИГРЖ (Русская белоснежная). История ее формирования интересна и применением очень высокой степени инбридинга при её выведении, высочайших уровней отбора на различные показатели на разных этапах селекции. Так, структура породы основывалась на двух линиях: 9787, имеющей генеалогические ветви трёх петухов: 9187, 3906, 3939. Вторая линия 1365 имеет в своей основе две ветви: 9507 и 9525. [12]

Высокие уровни отбора по гипотермии 39,1% в первый год селекции и затем три года подряд (63,3%, 56,1%, 56,4%), сочетание массового отбора с индивидуальным подбором пар, затем использование семейной селекции при отборе на устойчивость к лейкозу и сочетания семейной селекции использованием уникального петуха 9787, потомство которого оказалось очень устойчиво к болезни Марека, привело к наличию высокой степени инбридинга в популяции русской белой породы кур.

Анализ ROH в этой породе может выявить наличие следов селекции, проводимой в период становления породы и отделить от гомозиготности, появившейся в последние периоды работы с этой породой.

Пушкинская порода кур, утверждённая 11.05.2007 с датой приоритета 17.07.2006, также имеет интересное происхождение. Сочетание белого леггорна – породы яичного направления с генофондом цветных финальных мясных гибридов «Бройлер-6», имеющим тесное родство с корнишами, позволяет предполагать наличие выраженной гетерозиготности. Поэтому анализ гомозиготных районов в пушкинской породе может позволить исследовать общие корни мясных и яичных кур.

Огромное значение в мясном птицеводстве придается породе корниш. Почти все промышленные кроссы используют генетику породы корниш, и изучение ROH мясной родительской формы имеет большое научное и практическое значение.

Таким образом, сравнительное изучение распределения гомозиготных районов по хромосомам у пород кур русская белая, пушкинская и корниш в результате селекции является актуальным

аспектом в исследовании потенциала аборигенных пород кур.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования являлось ДНК от 3 пород кур (*Gallus gallus*): Русской белой, Пушкинской и Корниш. Птица содержится в биоресурсной коллекции ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» (г. Санкт-Петербург – Пушкин) и входит в «Сетевую биоресурсную коллекцию сельскохозяйственных животных, птиц, рыб и насекомых» [13]. Это уникальная база для исследований, которая в настоящее время включает в себя 40 пород и популяций кур различного направления продуктивности.

Популяция русских белых кур (Русская белоснежная) создана в период 1954–1970 гг. во ВНИИГРЖе, устойчивая к неоплазматическим заболеваниям и к выращиванию цыплят от 1 до 10 дней при температуре не более 24 °С, более низкому температурному фону при выращивании молодняка и содержанию взрослых кур в птичниках без обогрева. Данные куры представляют интерес для биотехнологической промышленности для изготовления вакцин, сывороток и других медицинских препаратов.

Пушкинская порода кур выведена в Экспериментальном хозяйстве ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных за 1976–2005 годы на основе поглотительного скрещивания экспериментальной популяции черно-пёстрых австралорпов с курами породы Белый леггорн. В ходе становления породы проводилось вводное скрещивание с московскими белыми курами, а также цветными финальными гибридами кросса «Бройлер-6», созданного на основе пород Плимутрок и Корниш [14].

Куры Корниш – широко известная мясная порода, имеющая высокий генетический потенциал мясной продуктивности. Представители этой породы выведены английскими селекционерами и отличаются высокой скоростью роста, достижением очень высокой живой массы, хороших мясных качеств (высокий убойный выход, соотношение массы мышц к общей массе и т.д.). Скрещивание птиц породы Корниш с некоторыми другими породами и мясными гибридами позволяет получать очень продуктивные промышленные бройлерные кроссы. Описание породы обращает внимание на массивность тела и некоторые другие особенности кур.

Скрининг образцов ДНК проводился микрочипом Illumina Chicken 60K SNP iSelect BeadChip («Illumina», США). Качество генотипированных SNP-локусов контролировалось при помощи программы PLINK 1.9. Для анализа отбирались образцы ДНК с качеством генотипирования по SNP-локусам более 95%, что оценивалось с использованием

программы Genome Studio («Illumina», США). Поиск гомозиготных районов по отдельным хромосомам проводился с помощью программы PLINK 1.9 и с помощью библиотеки detectRuns в Rstudio согласно следующим параметрам: размер окна 15 SNP, порог перекрытия окон 0.1, минимальное число SNP в районе 15, максимальное число гетерозиготных SNP в окне – 1.

#### Результаты

На первом этапе проводилось изучение полногеномной архитектуры популяций изучаемых пород по распределению гомозиготных районов. Было выявлено внутривидовое сходство особей и дифференцированность популяций друг от друга. В *таблицах 1, 2, 3* представлены результаты проведенного анализа распределения гомозиготных районов.

Было изучено распределение гомозиготных районов по хромосомам в породах кур Русская белая, Пушкинская и Корниш. Выявлены гомозиготные районы с частотой встречаемости 50% и выше на хромосомах 1–9, 11, 12 и 15. Наивысшие показатели  $F_{ROH}$  отмечены у кур породы Корниш на хромосомах 5 и 11 ( $0,24 \pm 0,01$  и  $0,24 \pm 0,03$  соответственно). На хромосоме 1 наибольшее количество гомозиготных районов выявлено у кур этой же породы ( $6,73 \pm 0,46$ ), при этом количество ROH у двух других пород на данной хромосоме в 1,7 и 1,8 раз этот показатель ниже (у Пушкинской –  $3,6 \pm 0,54$ ; у Русской белой –  $3,89 \pm 0,36$ ). На хромосомах 2–9, 11 и 12 наибольшее количество гомозиготных районов у кур породы Корниш, а на хромосоме 15 – у кур породы русская белая. Наименьшее количество ROH отмечено на хромосомах 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12 у кур породы Пушкинская, на хромосоме 15 – у кур породы корниш и на хромосомах 3, 4, 7 наименьшее количество гомозиготных районов у кур породы русская белая.

История накопления большого количества ROH-районов у кур породы Корниш обусловлена интенсивным промышленным использованием породы, широким использованием инбридинга, часто в очень высокой степени, вплоть до тесного и высокого селекционного давления при разведении.

У Русской белой выявленные ROH-районы предположительно связаны с историей выведения породы. Ранее в исследовании Е.С. Федоровой (2022) были выявлены гены-кандидаты у кур породы Русская белая, предположительно связанные с их адаптацией к низким температурам. Двенадцать приоритетных генов-кандидатов на специфичных для породы островах ROH, которые могут быть потенциальными генами-кандидатами, связанными с высокой адаптивной способностью кур RW в холодных условиях. Гены-кандидаты, связанные

с метаболизмом липидов (SOCS3, NDUFA4, TXNRD2, IGFBP1, IGFBP3), поддержанием температуры тела на холоде (ADIPOQ, GCGR, TRPM2), несократительным термогенезом (RYR2, CAMK2G, STK25) и развитием мышц (METTL21C) представляют наибольший интерес [15].

У кур породы Пушкинская накопление гомозиготных районов, возможно, связано с интенсивным отбором на яичную продуктивность и мясные качества. Ранее в исследовании Н.В. Дементьевой и Ю.С. Щербакова на второй, шестой и восьмой хромосомах были найдены гены, отвечающие за продуктивные качества.

На второй хромосоме были обнаружены два локуса, играющие различную функциональную роль. Первый регион включал гены, связанные с обменом кальция, яичной продуктивностью, окраской оперения, репродукцией и иммунитетом. Во второй регион входили гены, отвечающие за формирование яичной продуктивности, роста, метаболизма липидов печени. На шестой хромосоме были аннотированы гены, связанные с развитием мышц, ростом клеток, устойчивостью к стрессу и иммунитетом. На восьмой хромосоме в область селекционного давления (гомозиготный регион) входили гены устойчивости к кислородному голоданию и гены риска опухолей печени у кур [16].

На *рисунке* показана встречаемость гомозиготных районов на 1 хромосоме исследуемых пород кур. Было отмечено, что на данной хромосоме у более чем 50% особей у пород Корниш и Пушкинская имеются общие локусы накопления гомозиготных районов в районе участка 17,5–21,5 Mb (мегабаз). Возможно, в процессе формирования породы пушкинская сохранились и были отобраны особи с гомозиготными участками с таковыми у породы Корниш. Возможно, эти локусы могут служить маркером для отбора более тяжелой птицы в пушкинской породе.

Имеются также общие участки, накопленные у более 50% особей у пород Пушкинская и Русская белая в районе 42,7–44,7 Mb и 158–161 Mb. Вероятнее всего, это обусловлено сохранением участков гомозиготности при выведении пушкинской породы с участием белых леггорнов, которые, в свою очередь, были использованы при выведении Русской белой породы. Накопление гомозиготных районов можно также объяснить селекционным давлением при отборе в этой еще молодой породе, который проводился в направлении сохранения мясной продуктивности при увеличении производства яичной продукции. Пушкинская порода кур широко востребована фермерскими хозяйствами как птица, приспособленная к неблагоприятным условиям содержания при сохранении продуктивных качеств.

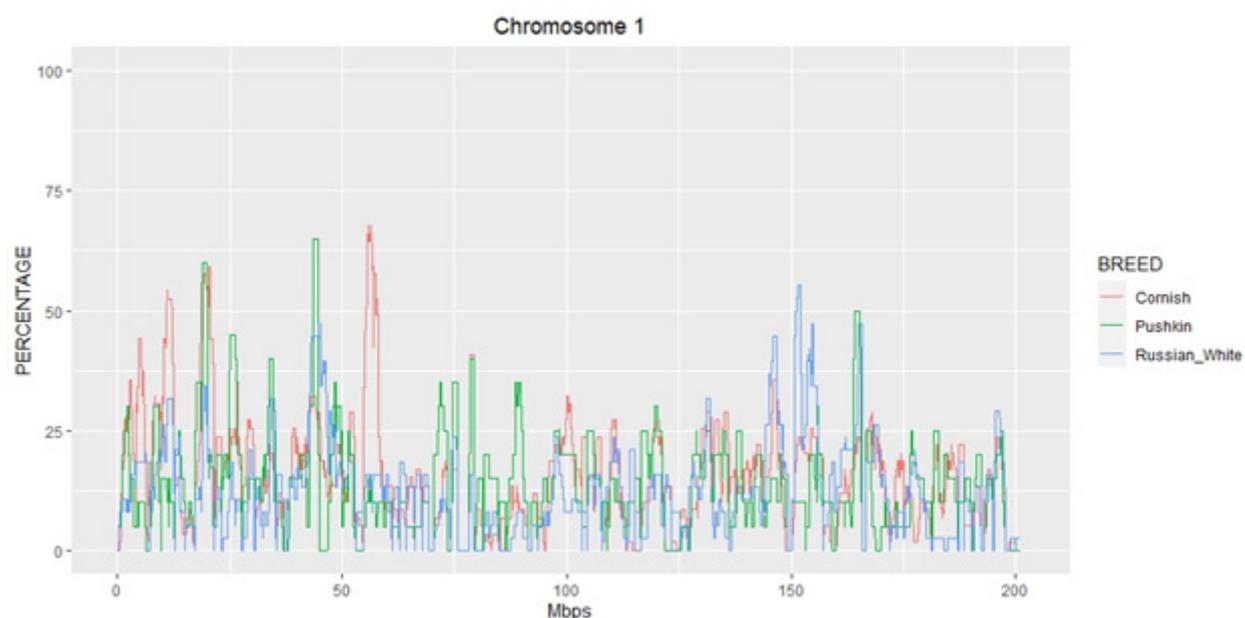


Рисунок 1 - Встречаемость гомозиготных районов на 1 хромосоме в породах кур

Таблица 1 – Протяженность и количество гомозиготных районов в породе Русская белая, n = 30

| Хромосома | Количество гомозиготных районов | Суммарная протяженность гомозиготных районов | Средняя протяженность района | F <sub>ROH</sub> |
|-----------|---------------------------------|--|------------------------------|------------------|
| 1         | 3,89±0,36                       | 20000±2716                                   | 4684±406                     | 0,1±0,01         |
| 2         | 3,77±0,3                        | 19786±1912                                   | 5326±410                     | 0,13±0,01        |
| 3         | 1,7±0,22                        | 6897±1096                                    | 3357±339                     | 0,06±0,01        |
| 4         | 2,3±0,25                        | 11564±1529                                   | 4516±524                     | 0,12±0,01        |
| 5         | 1,06±0,19                       | 5116±1047                                    | 3122±610                     | 0,08±0,01        |
| 6         | 0,93±0,17                       | 3261±752                                     | 1962±360                     | 0,08±0,02        |
| 7         | 1,16±0,21                       | 4079±964                                     | 2198±332                     | 0,11±0,02        |
| 8         | 1,1±0,25                        | 3359±819                                     | 1723±331                     | 0,11±0,03        |
| 9         | 0,87±0,16                       | 2898±600                                     | 2234±482                     | 0,12±0,02        |
| 11        | 1,33±1,19                       | 4670±482                                     | 3244±575                     | 0,23±0,03        |
| 12        | 0,72±0,08                       | 2169±314                                     | 1511±209                     | 0,1±0,02         |
| 15        | 0,73±0,17                       | 1573±393                                     | 994±216                      | 0,12±0,03        |

Таблица 2 – Протяженность и количество гомозиготных районов в породе Корниш, n = 22

| Хромосома | Количество гомозиготных районов | Суммарная протяженность гомозиготных районов | Средняя протяженность района | F <sub>РОН</sub> |
|-----------|---------------------------------|--|------------------------------|------------------|
| 1         | 6,73±0,46                       | 28476±1880                                   | 4274±133                     | 0,15±0,01        |
| 2         | 5,81±0,47                       | 29276±2811                                   | 5069±264                     | 0,2±0,02         |
| 3         | 3,09±0,26                       | 12549±1135                                   | 4131±226                     | 0,11±0,01        |
| 4         | 4,09±0,4                        | 18824±1856                                   | 4438±303                     | 0,2±0,02         |
| 5         | 3,72±0,16                       | 14577±775                                    | 3978±211                     | 0,24±0,01        |
| 6         | 1,4±0,16                        | 4815±691                                     | 3075±508                     | 0,13±0,02        |
| 7         | 2,5±0,2                         | 7107±624                                     | 2956±188                     | 0,19±0,01        |
| 8         | 1,5±0,26                        | 4402±778                                     | 2282±292                     | 0,15±0,03        |
| 9         | 0,9±0,2                         | 2734±588                                     | 1993±384                     | 0,11±0,02        |
| 11        | 1,78±0,25                       | 4827±697                                     | 2471±348                     | 0,24±0,03        |
| 12        | 1,32±0,15                       | 3519±468                                     | 2340±302                     | 0,17±0,02        |
| 15        | 0,55±0,14                       | 891±241                                      | 743±185                      | 0,07±0,02        |

Таблица 3 – Протяженность и количество гомозиготных районов в породе Пушкинская, n = 20

| Хромосома | Количество гомозиготных районов | Суммарная протяженность гомозиготных районов | Средняя протяженность района | F <sub>РОН</sub> |
|-----------|---------------------------------|--|------------------------------|------------------|
| 1         | 3,6±0,54                        | 18571±3667                                   | 4537±524                     | 0,09±0,02        |
| 2         | 3±0,33                          | 14834±1595                                   | 5218±488                     | 0,1±0,01         |
| 3         | 2,9±0,32                        | 13746±2592                                   | 4364±653                     | 0,12±0,02        |
| 4         | 2,85±0,33                       | 12944±1845                                   | 4519±455                     | 0,14±0,02        |
| 5         | 0,7±0,2                         | 5346±1939                                    | 3941±1600                    | 0,08±0,03        |
| 6         | 0,85±0,22                       | 3263±883                                     | 211±626                      | 0,08±0,02        |
| 7         | 1,2±0,23                        | 3767±831                                     | 2036±407                     | 0,1±0,02         |
| 8         | 0,8±0,14                        | 2839±760                                     | 2297±470                     | 0,09±0,02        |
| 9         | 0,65±0,17                       | 2506±896                                     | 1782±502                     | 0,1±0,04         |
| 11        | 0,95±0,17                       | 2702±553                                     | 2030±394                     | 0,13±0,02        |
| 12        | 0,45±0,14                       | 1011±308                                     | 928±285                      | 0,05±0,01        |
| 15        | 0,65±0,15                       | 1399±363                                     | 1232±326                     | 0,11±0,03        |

### Выводы

В результате проведенного исследования гомозиготных районов кур пород Русская белая, Пушкинская, Корниш можно сделать вывод о том, что накопленное большое количество РОН-районов у породы Корниш обуславливается ее спецификой выведения, поскольку данная порода предназначена для промышленного производства. Породы

Пушкинская и Русская белая имеют более разнородную генетическую структуру, что подтверждается меньшим накоплением гомозиготных районов. Дальнейший план исследований предполагает более углубленный анализ отмеченных гомозиготных районов для поиска кандидатных генов и изучения их экспрессии.

### Литература:

1. Randhava I.A.S., Khatkar M.S., Thomson P.C., Raadsma H.W. A meta-assembly of selection signatures in cattle//PLOS One. – Vol 11 (4). – 2016. – e0153013.
2. Andersson L, Georges M. 2004 Domestic-animal genomics: deciphering the genetics of complex traits//Nat Rev Genet. – Vol 5 (3). – C.202–212.
3. Bosse M., Megens H.J., Madsen O., Paudel Y., Frantz L.A.F., Schook L.B Crooijmans R.P & Groenen M.A. Regions of homozygosity in the porcine genome: consequence of demography and the recombination landscape// PLoS Genetics. – Vol 8(11). – 2012. – e1003100.
4. Cardoso T.F., Amills M., Bertolini F., Rothschild M., Marras G., Boink G., Jordana J., Capote J., Carolan S., Hallsson J.H., Kantanen J., Pons A & Lenstra J.A. Patterns of homozygosity in insular and continental goat breeds//Genetics Selection Evolution. – Vol 50 (1). – 2018. – 56c.
5. Howard J T., Tiezzi F., Huang Y., Gray K A & Maltecca C. Characterization and management of long runs of homozygosity in parental nucleus lines and their associated crossbred progeny//Genetics Selection Evolution, Vol 48 (1). – 2016. – 91c.
6. Kirin M., McQuillan R., Franklin C.S., Campbell H., McKeigue P.M & Wilson J.F. Genomic runs of homozygosity record population history and consanguinity//PLOS One. – Vol 5 (11). – 2011. – e13996.
7. Mastrangelo S., Ciani E., Sardina M.T., Sottile G., Pilla F & Portolano B. Runs of homozygosity reveal genome-wide autozygosity in Italian sheep breeds//Animal Genetics. – Vol 49 (1). – 2018. – C.71–81.
8. Peripolli E, Munari DP, Silva MVGB, Lima ALF, Irgang R, Baldi F. Runs of 489 homozygosity: current knowledge and applications in livestock//Animal Genet. – Vol 48. – 2016. – C.255–271.
9. Mastrangelo S., Tolone M., Di Gerlando R., Fontanesi L., Sardina M.T & Portolano B. Genomic inbreeding estimation in small populations: evaluation of runs of homozygosity in three local dairy cattle breeds//Animal. – Vol 10 (5). – 2016. – C.746–754.
10. Peripolli E., Munari D.P., Silva M V.G.B., Lima A.L.F., Irgang R & Baldi F. Runs of homozygosity: current knowledge and applications in live-

stock// Animal Genetics. – Vol 48 (3). – 2016. – С.255-271.

11. Purfield D.C., Berry D.P., McParland S & Bradley D.G. Runs of homozygosity and population history in cattle//BMC Genetics. - Vol 13. – 2012. – 70с.

12. Соколова А. Н. Генетико-селекционные методы создания популяции кур с повышенной устойчивостью к неоплазмам. Дисс. на соиск. уч ст. доктора наук в виде научного доклада//С-Пб-Пушкин – 1999 – 56С.

13. Центр коллективного пользования: «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [Электронный ресурс]. – 2016. – URL:<https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/> (дата обращения 06.09.2022)

14. Патент. Пушкинская. Куры. <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/9358991/> RU №3633 11.05.2007 с датой приоритета 17.07.2006.

15. Fedorova E.S., Dementieva N.V., Shcherbakov Y.S., Stanishevskaya O.I. Identification of Key Candidate Genes in Runs of Homozygosity of the Genome of Two Chicken Breeds, Associated with Cold Adaptation. // Biology (Basel). – Vol 11 (4). – 2022. – 547с.

16. Дементьева Н. В., Щербakov Ю. С., Митрофанова О. В., Вахрамеев А. Б., Хлесткин В. К. Анализ накопления районов гомозиготности у кур пушкинской породы с использованием данных полногеномного генотипирования. // Экологическая генетика. – Vol 20(1). – 2022. – С.31-39

## References:

1. Randhava I.A.S., Khatkar M.S., Thomson P.C., Raadsma H.W. A meta-assembly of selection signatures in cattle//PLOS One. – Vol 11 (4). – 2016. - e0153013. (in English)

2. Andersson L, Georges M. Domestic-animal genomics: deciphering the genetics of complex traits//Nat Rev Genet. - Vol 5 (3). – 2004. – P. 202–212. (in English)

3. Bosse M., Megens H.J., Madsen O., Paudel Y., Frantz L.A.F., Schook L.B Crooijmans R.P & Groenen M.A. Regions of homozygosity in the porcine genome: consequence of demography and the recombination landscap// PLoS Genetics. - Vol 8(11). – 2012. – e1003100. (in English)

4. Cardoso T.F., Amills M., Bertolini F., Rothschild M., Marras G., Boink G., Jordana J., Capote J., Carolan S., Hallsson J.H., Kantanen J., Pons A & Lenstra J.A. Patterns of homozygosity in insular and continental goat breeds//Genetics Selection Evolution. - Vol 50 (1). – 2018. – 56 p. (in English)

5. Howard J T., Tiezzi F., Huang Y., Gray K A & Maltecca C. Characterization and management of long runs of homozygosity in parental nucleus lines and their associated crossbred progeny//Genetics Selection Evolution, Vol 48 (1). – 2016. – 91 p. (in English)
6. Kirin M., McQuillan R., Franklin C.S., Campbell H., McKeigue P.M, Wilson J.F. Genomic runs of homozygosity record population history and consanguinity//PLoSOne. – Vol 5 (11). – 2011. - e13996. (in English)
7. Mastrangelo S., Ciani E., Sardina M.T., Sottile G., Pilla F & Portolano B. Runs of homozygosity reveal genome-wide autozygosity in Italian sheep breeds//Animal Genetics. – Vol 49 (1). – 2018. – P. 71–81. (in English)
8. Peripolli E, Munari DP, Silva MVGB, Lima ALF, Irgang R, Baldi F. Runs of 489 homozygosity: current knowledge and applications in livestock//Animal Genet. – Vol 48. – 2016. – P. 255–271. (in English)
9. Mastrangelo S., Tolone M., Di Gerlando R., Fontanesi L., Sardina M.T & Portolano B. Genomic inbreeding estimation in small populations: evaluation of runs of homozygosity in three local dairy cattle breeds//Animal. - Vol 10 (5). - 2016. – P. 746–754. (in English)
10. Peripolli E., Munari D.P., Silva M V.G.B., Lima A.L.F., Irgang R & Baldi F. Runs of homozygosity: current knowledge and applications in livestock// Animal Genetics. – Vol 48 (3). – 2016. – P. 255-271. (in English)
11. Purfield D.C., Berry D.P., McParland S & Bradley D.G. Runs of homozygosity and population history in cattle//BMC Genetics. – Vol 13. – 2012. – 70 p. (in English)
12. Sokolova A.N. Genetiko-selekcionnye metody sozdaniya populyacii kur s povyshennoj ustojchivost'yu k neoplazmam. [Genetic breeding methods for creating a chicken population with increased resistance to neoplasms]. Diss. ... Doctor of Sciences (Agriculture) in the form of a scientific report. S-Pb-Pushkin, 1999, 56 p. (in Russian)
13. Centr kollektivnogo pol'zovaniya: «Geneticheskaya kolleksiya redkih i ischezayushchih porod kur». [Centre of collective usage «Genetic collection of rare and endangered breeds of chickens»]. [Electronic resource], 2016. Available at: URL: <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kolleksiya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/> (date of application 06.09.2022) (in Russian)
14. Patent. Pushkinskaya. Kury. [Patent. Pushkin breed. Chickens]. State commission for selection achievements test and protection (FSBI «GOSSORTCOMMISSION»). [Electronic resource], 2016. Available at: URL: <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/9358991/> (date of application 06.09.2022) (in Russian)
15. Fedorova E.S., Dementieva N.V., Shcherbakov Y.S., Stanishevskaya

O.I. Identification of Key Candidate Genes in Runs of Homozygosity of the Genome of Two Chicken Breeds, Associated with Cold Adaptation. //Biology (Basel). – Vol 11 (4). – 2022. – 547 p. (in English)

16. Dementieva, N.V. and others. Analysis of the accumulation of homozygosity regions in chickens of the pushkin breed using data from whole genome genotyping. Ekologicheskaya genetika. [Ecological Genetics]. Vol 20(1), 2022, pp. 31-39. (in Russian)

## Genetic diversity in populations of russian white, pushkin and cornish chickens on the basis of homozygous areas analysis

Natal'a Romanovna Reinbah, Graduate Student, Junior Researcher  
e-mail: miss.reynbax@yandex.ru

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Animal Husbandry - VIZH named after academician L. K. Ernst»

Vakhrameev Anatoly Borisovich, Senior Researcher  
e-mail: ab\_poultry@mail.ru

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Animal Husbandry - VIZH named after academician L. K. Ernst"

Ryabova Anna Evgenievna, Graduate Student, Junior Researcher  
e-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Center for Animal Husbandry - VIZH named after academician L. K. Ernst»

Makarova Alexandra Vladimirovna, Senior Researcher  
e-mail: admiralmak@mail.ru

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Animal Husbandry - VIZH named after academician L. K. Ernst»

Fedorova Zoya Leonidovna, Candidate of Sciences (Agriculture, Senior Researcher

e-mail: zoya-fspb@yandex.ru

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Animal Husbandry - VIZH named after academician L. K. Ernst»

**Keywords:** DNA, SNP, Gallus gallus, ROH.

**Abstract**

A comparative study of the distribution of homozygous regions in the gene pool breeds of chickens was carried out to identify the relationship between the selection results and productivity traits. New data on the genetic architecture of the distribution of homozygous regions in the populations of the Russian White, Cornish and Pushkin breeds have been obtained. The obtained new knowledge about the genes associated with the productivity of birds contributes to a wider monitoring of populations and implementation in the selection and genetic process.

# Продуктивность культур севооборота, вынос элементов питания и оплата удобрений при применении их и гумата

Чухина Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail:ochukhina@mail.ru

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

Власова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, директор

e-mail:agrohim\_35@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

Никитина Любовь Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геосети опытов с удобрениями

e-mail:[kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Науменко Александра Андреевна, магистрант

e-mail:klypina.sasha@yandex.ru

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

Розова Марина Александровна, магистрант

e-mail:mary.rozova2015@yandex.ru

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

Прохоров Дмитрий Александрович, магистрант  
e-mail: Pr1998@yandex.ru

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

**Ключевые слова:** продуктивность севооборота, дозы удобрений, оплата удобрений, вынос элементов питания, азот, фосфор, калий.

### Аннотация

Материалы публикации посвящены результатам экспериментального исследования по изучению влияния применения различных доз удобрений и гумата на продуктивность культур севооборота, включающего однолетние травы ( викоовсяную смесь, озимую рожь, картофель, ячмень), вынос элементов питания культурами с урожаем, агрономическую эффективность изучаемых доз удобрений. Почва опытного участка – дерново-подзолистая (д.-п.) среднесуглинистая, средней окультуренности. Повторность опыта – 4-кратная, размещение вариантов – усложненно систематическое, размер делянки 14 м x 10 м, площадь делянки – 140 м<sup>2</sup>, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. Схема опыта в годы исследований представляет собой: вариант без удобрений (контроль) (1), вариант с применением припосевного и припосадочного удобрений культур  $N_{17}P_{17}K_{12}$  (2), два варианта исследуемых минеральных систем удобрения, различающихся дозой азота  $N_{93}P_{41}K_{136}$  и  $N_{126}P_{41}K_{136}$  (3, 4), вариант органо-минеральной системы, эквивалентный по дозе удобрений третьему варианту минеральной системы удобрений  $N_{58}P_{20}K_{111}$  + 40 т/га перепревшего навоза (5). В опыте изучалось два фактора – фактор А – удобрения, фактор Б – гумат Na, поэтому каждая делянка делилась на две половины и одна не обрабатывалась гуматом, а другая – обрабатывалась гуматом из расчёта 0,5 кг/га при расходе рабочего раствора воды 250 л. Методы исследований – общепринятые. В среднем за 2020-2021 годы исследований продуктивность севооборота при применении удобрений достигла 4,3–6,1 т к.ед./га в год, что обеспечило 110–122% планового уровня при расчётных системах удобрения культур. Применение гумата увеличило продуктивность на 0,3–0,5 т к.ед./га/год. Выход основной продукции мало менялся в зависимости от изучаемых доз удобрений и гумата, составил в среднем за годы исследований 86–87%. Различные дозы удобрений увеличивали вынос азота в 1,2–1,9 раза, фосфора – в 1,3–1,8 раза и калия в 1,3–1,9 раза по сравнению с контролем. Гумат Na повышал вынос азота на 3–9%, фосфора на 6–7%, калия – на 3–4%. Расчётные дозы удобрения культур обеспечили оплату 1 кг д.в. удобрений

прибавкой в 7,0–8,2 кг к.ед. Применение гумата увеличило оплату 1 кг д.в. удобрений на 0,4–2,2 кг к. ед. Наибольшее значение при этом достигнуто при применении минимальных доз удобрений.

Исследования отечественных и зарубежных ученых показали, что высокие урожаи сельскохозяйственных культур, хорошего качества можно получить только при сбалансированном минеральном питании. Установлено, что долевое участие удобрений в формировании урожая составляет 20–50 % [2, 6, 9–14].

Внесение удобрений – сильное и активное вмешательство в круговорот питательных элементов в земледелии, в создание активного баланса в системе почва – удобрение – растение. Без удобрений нельзя добиться расширенного воспроизводства плодородия почвы [1, 2].

Чтобы обеспечивать получение планового уровня урожая, достичь оптимального плодородия и решать вопросы защиты окружающей среды, необходимо правильно рассчитывать и определять дозы удобрений. Научно-обоснованная система удобрения обеспечивает получение плановых уровней урожаев культур хорошего качества с одновременным регулированием почвенного плодородия и соблюдением требований охраны окружающей среды [3, 4].

Поэтому цель исследований – изучение продуктивности и выноса культурами элементов питания на д.-п. почве при применении удобрений и гумата при дозах (системах) удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов их использования (Кб).

Исследования проводились в 2020–2021 гг. в длительном полевом опыте, заложенном в 1990 г. на учебно-опытном поле Вологодской государственной молочнохозяйственной академии. Опыт включен в реестр Государственной сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (аттестат длительного опыта № 164).

Средние декадные температуры воздуха и количество осадков по месяцам в период вегетации гороха за 2020–2021 гг. в сравнении с показателями по многолетним данным представлены на *рисунках 1 и 2*.

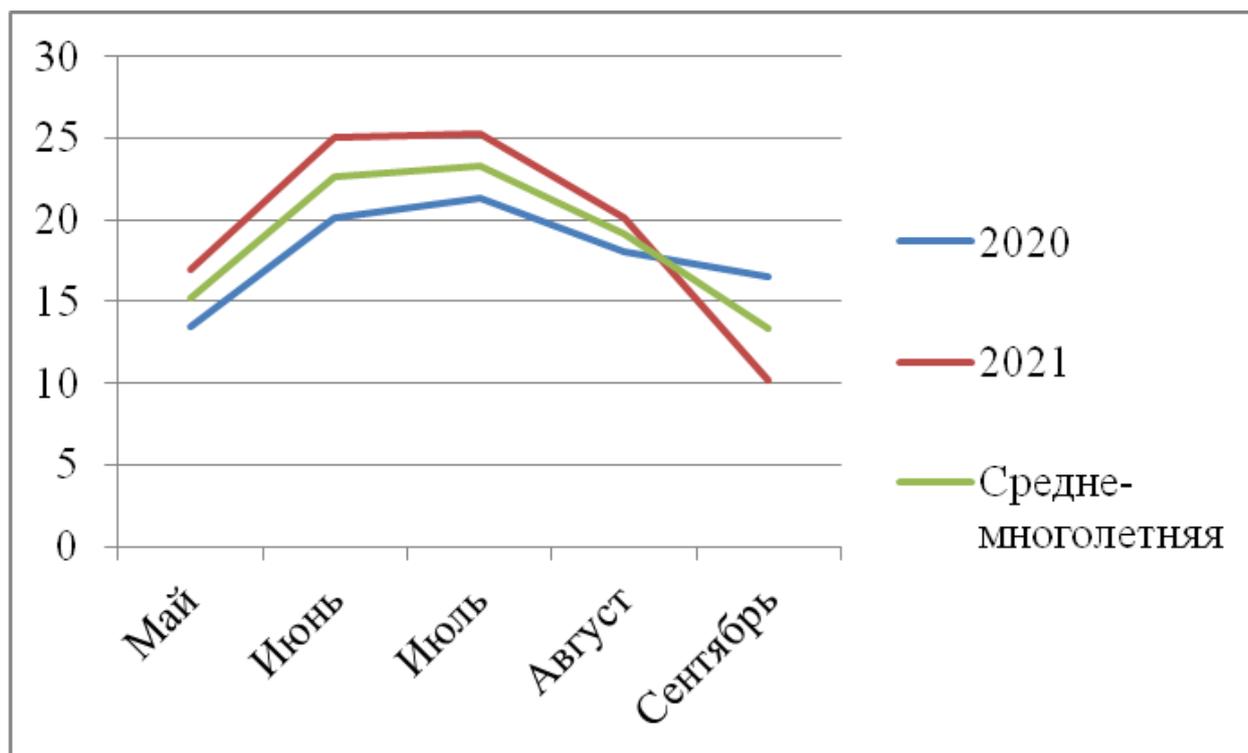


Рисунок 1 - Среднесуточная температура воздуха(° C) по месяцам в сравнении со средним многолетним значением (СМЗ) за 2020–2021 гг.

Среднесуточная температура в 2020 г. незначительно отличалась от среднемноголетних показателей, в целом температура была ниже СМЗ. В 2021 г. температуры с мая по июль были выше среднемноголетних значений, а в августе-сентябре была, наоборот, ниже СМЗ. За период вегетации не наблюдалось значительных колебаний температур (рис. 1).

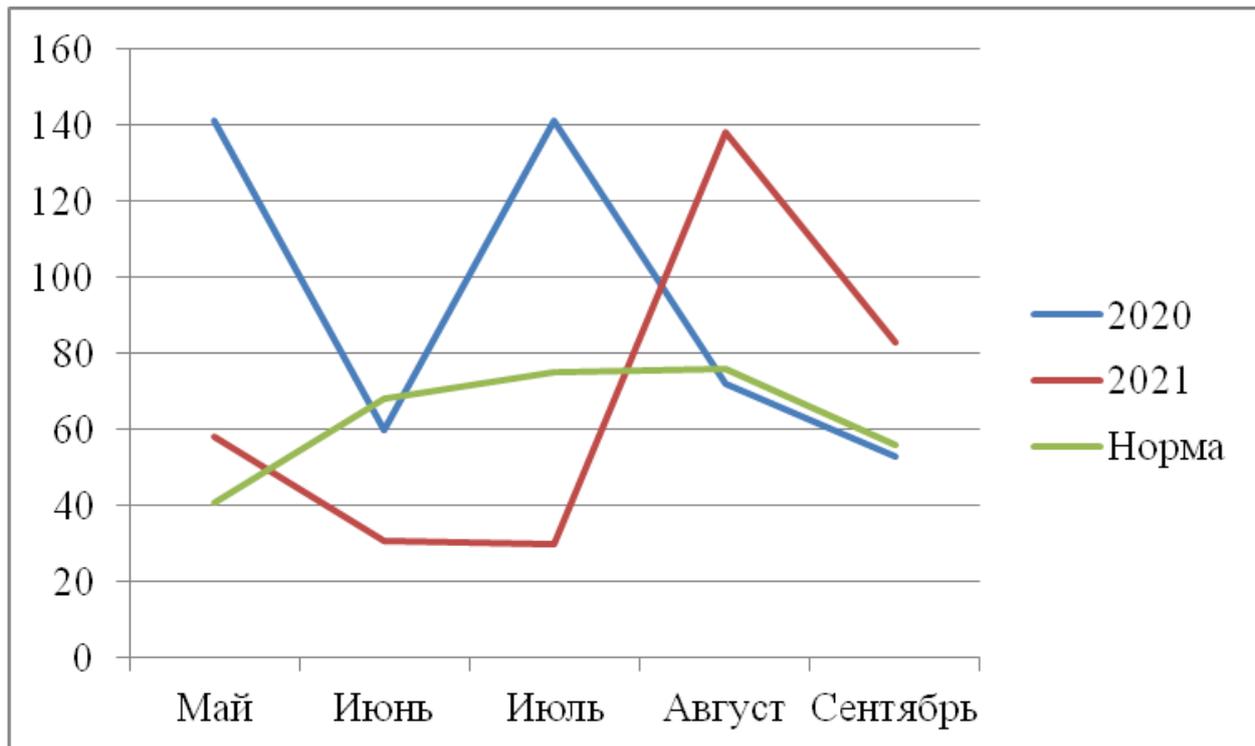


Рисунок 2 - Сумма осадков(мм) по месяцам в сравнении со смз (норма) за 2020–2021 гг.

Количество осадков в 2020 г. за май выпало больше нормы (СМЗ), как и в период с июля по август, что не могло не сказаться на урожае культур. В 2021 г. погода была сухой в начальные этапы вегетации культур и дождливой в июле – сентябре, что также неблагоприятно сказалось на уборке сельскохозяйственных культур (рис. 2).

Математическая обработка материалов исследований проведена методом однофакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985г.) [5] с использованием Excel.

Почва опытного участка, сформированная на перигляциальных отложениях, подстилаемых мореной, дерново-подзолистая среднесуглинистая со средним уровнем окультуренности. Перед закладкой опыта в 1990 г. пахотный слой почвы опытного участка характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса равнялось 3,28%, содержание подвижного фосфора – 266 мг/кг почвы, обменного калия – 114 кг/кг. В 2020 г. на контроле (без удобрений) содержание гумуса – 2,56%, содержание подвижного фосфора уменьшилось до 132 мг/кг почвы, подвижного калия – до 55 мг/кг [7–12].

Исследования по изучению влияния различных доз удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур проводятся в четырехпольном севообороте. Чередование культур в данном севообороте таково: викоовсяная смесь на зеленую массу (вика – сорт Льговская 22, овес – сорт Боррус), озимая рожь (сорт Волхова), картофель (сорт Кре-

пыш), ячмень (сорт Сонет).

Схема опыта в годы исследований представляет собой: вариант без удобрений (контроль) (1), вариант с применением припосевного и припосадочного удобрений культур (2), два варианта исследуемых минеральных систем удобрения, различающихся дозой азота (3, 4), вариант органо-минеральной системы, эквивалентный по дозе удобрений третьему варианту минеральной системы удобрений (5).

Балансовые коэффициенты (Кб) по фосфору и калию на 3, 4 и 5 вариантах планировались 100% (нулевой баланс). Балансовые коэффициенты по азоту на 3 и 5 варианте – 120% (отрицательный баланс), на 4 варианте – 90% (положительный баланс).

Дозы удобрений рассчитаны по методике Жукова Ю.П. для получения плановых урожайностей: озимой ржи – 3,5, картофеля – 25, ячменя – 3,5, викоовсяной смеси – 25 т/га. Применен метод расчета с помощью балансовых коэффициентов (Кб) по формуле 1 [6]:

$$Кб = (В/Д)*100\%, \quad (1)$$

где В – вынос питательного элемента культурой, Д – доза применяемого удобрения.

Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок усложненно-систематическое. Площадь одной делянки составляет 140 м<sup>2</sup>, размер делянки 14 м x 10 м, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. В опыте изучалось два фактора – фактор А – удобрения, фактор Б – гумат Na, поэтому каждая делянка делилась на 2 половины: правая – не обрабатывалась гуматом, левая половина обрабатывалась гуматом. Обработка проводилась однолетних трав – в фазу кущения овса, картофель – в фазу цветения, озимая рожь и ячмень – в фазу колошения. Гумат натрия применяли из расчёта 0,5 кг/га при расходе рабочего раствора воды 250 л.

Как известно, на урожайность культур севооборота оказывают влияние различные факторы: применение удобрений, степень окультуренности почвы, погодные условия года, биологические и сортовые особенности возделываемой культуры и многие другие.

В *таблице 1* приведена урожайность культур севооборота за годы исследований.

Таблица 1 – Урожайность культур севооборота, в среднем за 2020–2021 гг., т/га

| № п/п | Вариант  | Викоовсяная смесь |      | Озимая рожь |     | Картофель |      | Ячмень |     |
|-------|--|-------------------|------|-------------|-----|-----------|------|--------|-----|
|       |  | 1*                | 2    | 1           | 2   | 1         | 2    | 1      | 2   |
| 1     | Без удобрений (контроль)   | 15,8              | 16,1 | 2,7         | 2,9 | 15,2      | 15,6 | 2,1    | 2,4 |
| 2     | N <sub>17</sub> P <sub>17</sub> K <sub>12</sub>                                | 19,2              | 20,2 | 3,1         | 3,3 | 18,9      | 19,8 | 2,6    | 3,1 |
| 3     | N <sub>93</sub> P <sub>41</sub> K <sub>136</sub>                               | 24,5              | 25,3 | 3,6         | 3,9 | 23,5      | 26,2 | 3,3    | 3,7 |
| 4     | N <sub>126</sub> P <sub>41</sub> K <sub>136</sub>                              | 24,9              | 25,6 | 4,2         | 4,5 | 26,3      | 28,3 | 3,7    | 4,2 |
| 5     | Последствие 40 т/га п. навоза+N <sub>58</sub> P <sub>20</sub> K <sub>111</sub> | 25,3              | 25,8 | 3,8         | 4,2 | 25,5      | 27,3 | 3,4    | 3,9 |
|       | НСП А <sub>05</sub>  | 2,4               |      | 0,4         |     | 3,5       |      | 0,5    |     |
|       | НСП В <sub>05</sub>  | 0,4               |      | -           |     | 1,8       |      | -      |     |
|       | НСП АВ <sub>05</sub>   | 1,3               |      | 0,4         |     | 3,1       |      | 0,3    |     |

\* 1 – без гумата, 2 – при опрыскивании гуматом.

На урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, кроме погодных условий в период вегетации культуры, значительное влияние оказывали удобрения. Даже минимальная доза (N<sub>12</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>) обеспечивала существенную прибавку урожайности зелёной массы, что в среднем за 2 года составило 22%.

Дальнейшее повышение доз минеральных удобрений достоверно увеличивало урожайность культуры. Варианты с расчётными дозами удобрений (3–5 вар.) обеспечили существенные прибавки урожайности зеленой массы в 5,3 т/га, 5,7 и 6,1 т/га по сравнению с минимальной дозой удобрения (2 вар.). Эквивалентные по питательным элементам минеральная и органоминеральная системы удобрения культуры (3 и 5 вар.) в среднем за 2 года практически не различались. Максимальная урожайность зеленой массы викоовсяной смеси была получена на вариантах 3–5. В среднем за 2 года применение расчётных систем удобрений (3–5 вар.) повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси на 55–60 %. Гуматы обеспечили существенную прибавку урожайности зелёной массы викоовсяной смеси при применении расчётных доз удобрений (3–5 вар.). Плановая урожайность зелёной массы викоовсяной смеси в среднем за 2 года исследований была получена на 5 варианте при применении удобрений и 3–5 вариантах при совместном применении гумата и расчётных систем удобрения культуры.

Применение расчётных доз удобрений (3–5 вар.) существенно повышало урожайность зерна озимой ржи по сравнению с минимальной

дозой удобрения и с вариантом без удобрений, при этом эквивалентные по питательным элементам минеральная и органоминеральная системы (3, 5 вар.) не различались по влиянию на урожайность зерна озимой ржи. Максимальная урожайность озимой ржи – 4,2 т/га была получена на 4 варианте. Расчётные дозы удобрений (3–5 вар.) на 30–41% повышали урожайность зерна озимой ржи в среднем за 2 года исследований. Причём применение на озимой ржи двух подкормок имело преимущество перед другими изучаемыми вариантами (сравнить 4 вар. с 3 и 5 вар.). Применение гумата не вызвало существенных различий по вариантам, но имело тенденцию к повышению урожайности зерна озимой ржи.

Применение удобрений влияло и на урожайность клубней картофеля. Повышение доз вносимых удобрений вызывало закономерное увеличение урожая. Применение удобрения при посадке в дозе  $N_{20}P_{20}$  вызывало достоверное повышение урожайности картофеля на 3,7 т/га.

В среднем за 2 года увеличение урожайности от этой минимальной дозы удобрений составило 24%.

Применение расчетных систем удобрений (3–5 вар.) существенно повышало урожайность культуры. В среднем за 2 года исследований урожайность картофеля при применении удобрений в этих вариантах возросла на 55–73% по сравнению с контролем. В среднем за два года и ежегодно все расчетные системы по урожайности были почти равноценны. Гуминовое удобрение существенно повышало урожайность картофеля при применении расчётных доз удобрения. Плановая урожайность была несколько превышена: на 5% на 4 варианте и на 2% на 5 варианте при применении только расчётных доз удобрений и на 5–13% при применении расчётных доз удобрений и гумата натрия.

Применение расчетных систем (3–5 вар.) существенно повышало урожайность ячменя за два года исследований. Достоверное преимущество последствия перепревшего навоза на фоне минеральных удобрений (5 вар.) по сравнению с эквивалентной минеральной системой (3 вар.) наблюдалось как при применении гумата, так и без него.

В среднем за 2 года исследований максимальная урожайность ячменя была получена в трех (3–5) расчетных вариантах.

Следовательно, в среднем за два года плановый уровень урожайности ячменя был получен, что связано с довольно благоприятными погодными условиями в годы исследований, в т.ч. и критические периоды развития растений ячменя.

В среднем за два года исследований плановый уровень урожайности при применении расчетных систем удобрения и гумата натрия был достигнут и превышен на всех изучаемых культурах.

В целом за годы исследований урожайность побочной продукции культур севооборота возрастала при применении возрастающих доз удобрений, как и урожайность основной продукции, меньше изменялась при применении гумата. Т.к. соотношение основной продукции к побочной менялось незначительно в зависимости от удобрений и гумата (табл. 2).

Таблица 2 – Соотношение основной продукции и побочной при применении удобрений и гумата в годы исследований

| № п/п  | Вариант  | Зерна к соломе озимой ржи | Клубней картофеля к ботве | Зерна к соломе ячменя |
|--|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1  | Без удобрений (контроль)   | 1:1,32 (1,35)*            | 1:0,35 (0,35)             | 1:0,97 (0,99)         |
| 2  | N <sub>17</sub> P <sub>17</sub> K <sub>12</sub>                                | 1:1,36 (1,37)             | 1:0,35 (0,35)             | 1:1,00 (0,99)         |
| 3  | N <sub>93</sub> P <sub>41</sub> K <sub>136</sub>                               | 1:1,40 (1,40)             | 1:0,34 (0,35)             | 1:0,93 (0,97)         |
| 4  | N <sub>126</sub> P <sub>41</sub> K <sub>136</sub>                              | 1:1,39 (1,40)             | 1:0,34 (0,35)             | 1:0,97 (0,99)         |
| 5  | Последствие 40 т/га п. навоза+N <sub>58</sub> P <sub>20</sub> K <sub>111</sub> | 1:1,37 (1,40)             | 1:0,34 (0,35)             | 1:0,92 (0,97)         |
| * В скобках указано соотношение побочной продукции к единице основной. |  |                           |                           |                       |

В среднем за 2020–2021 гг. продуктивность севооборота при применении удобрений достигла 4,3–6,1 т к.ед./га в год. Применение гуминового удобрения увеличило продуктивность на 0,3–0,5 т к.ед./га в год.

Выход основной продукции сильно зависел от изучаемой культуры и мало менялся в зависимости от изучаемых доз удобрений и гумата. В среднем за годы исследований выход основной продукции культур составил 86–87% независимо от удобрений и от гумата натрия (рис. 3, табл. 3).

Применение расчетных систем удобрения (3–5 вар.) обеспечило 110–122% планового уровня продуктивности севооборота.

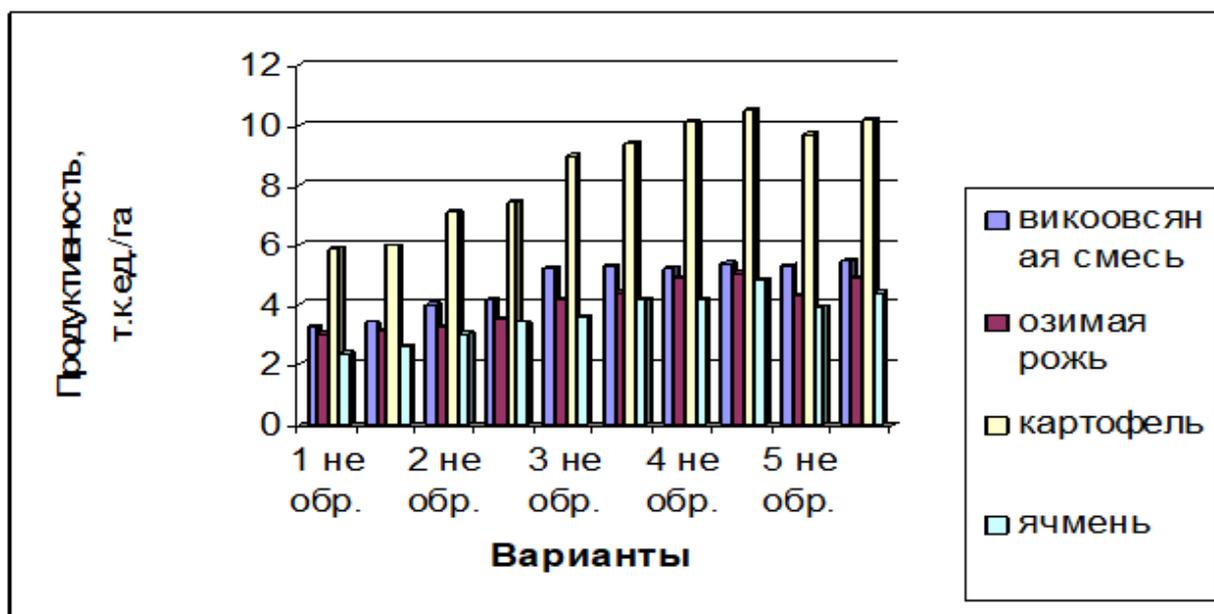


Рисунок 3 - Влияние удобрений и гумата на продуктивность культур в 2020–2021 гг.

Таблица 3 – Продуктивность культур и выход основной продукции в исследуемые годы

| Вариант | Продуктивность, т к.ед./га |             |           |         | средняя | Выход основной продукции, % |
|---------|----------------------------|-------------|-----------|---------|---------|-----------------------------|
|         | викоовсяная смесь          | озимая рожь | картофель | ячмень  |         |                             |
| 1       | 3,3/3,4*                   | 3,0/3,1     | 5,9/6,0   | 2,4/2,6 | 3,6/3,8 | 87/86                       |
| 2       | 4,0/4,2                    | 3,3/3,5     | 7,1/7,4   | 3,0/3,4 | 4,3/4,6 | 87/86                       |
| 3       | 5,2/5,3                    | 4,2/4,4     | 9,0/9,4   | 3,6/4,2 | 5,5/5,8 | 87/87                       |
| 4       | 5,2/5,4                    | 4,9/5,1     | 10,1/10,5 | 4,2/4,8 | 6,1/6,4 | 87/87                       |
| 5       | 5,3/5,5                    | 4,3/4,9     | 9,7/10,2  | 3,9/4,4 | 5,8/6,3 | 87/87                       |

\* В знаменателе указана продуктивность при применении удобрений и гумата.

Вынос элементов питания с урожаем культур возрастал при применении удобрений. В 2020–2021 гг. вынос фосфора с урожаем при применении расчётных систем удобрения различался незначительно. Вынос азота и калия незначительно возрастал при применении максимальной дозы азота (4 вар.). Применение гумата Na увеличивало вынос элементов питания, азота на 6–11 кг/га, фосфора – на 3, калия – на 4–6 кг/га (табл. 4, рис. 4).

Таблица 4 – Вынос элементов питания при применении различных доз удобрений в среднем за 2020–2021 гг., кг/га

| Варианты | Азот    | Фосфор | Калий   |
|----------|---------|--------|---------|
| 1        | 63/65   | 28/30  | 77/79   |
| 2        | 83/87   | 35/37  | 104/107 |
| 3        | 111/121 | 46/49  | 136/142 |
| 4        | 127/133 | 53/56  | 149/153 |
| 5        | 118/129 | 48/51  | 145/149 |

\* В знаменателе указан вынос при применении удобрений и гумата.

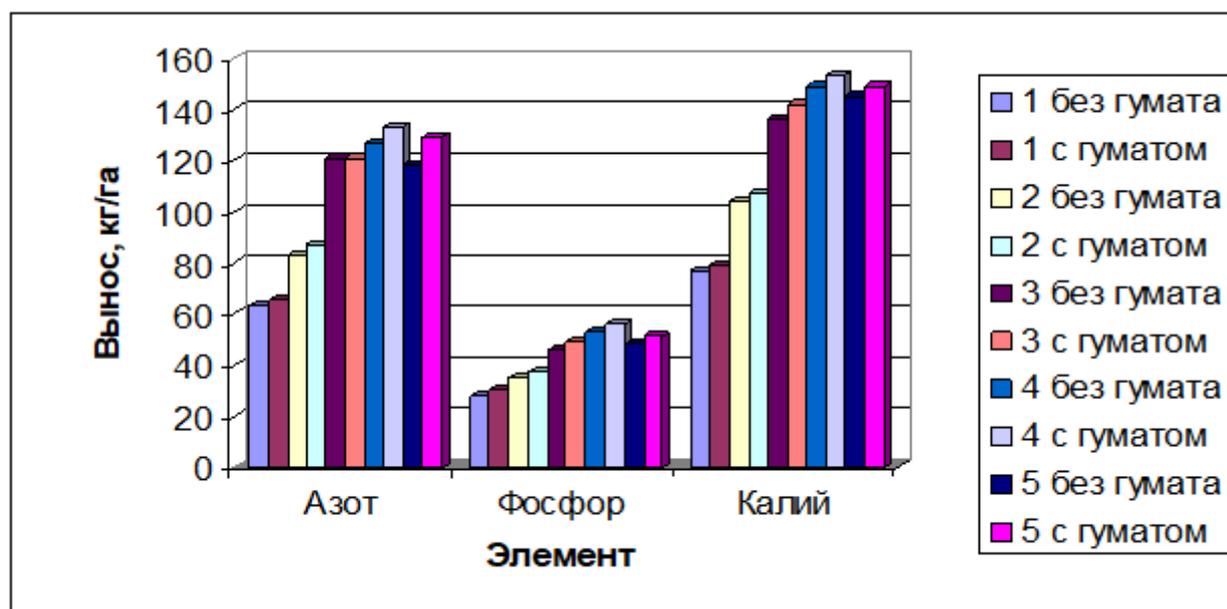


Рисунок 4 - Хозяйственный вынос элементов питания, кг/га

Различные дозы удобрений увеличивали вынос азота в 1,2–1,9 раза, фосфора – в 1,3–1,8 раза и калия в 1,3–1,9 раз по сравнению с контролем. Гуматы увеличивали вынос азота на 3–5 % без удобрений и при применении припосевной дозы. При применении расчётных систем удобрения этот показатель увеличивался до 9%. Гумат Na увеличивал вынос фосфора на 6–7%, калия – на 3–4%. Это повлияло на баланс элементов питания в почве. Расчётные дозы удобрений обеспечивали наибольший вынос элементов питания как на фоне гумата, так и без него, т.к. урожайность на этих вариантах была существенно выше, чем на контроле и при применении удобрений только при посеве (посадке). Применение минимальной дозы удобрений ( $N_{17}P_{17}K_{12}$ ) повышает вынос азота культурами на 31%, фосфора на 25%, калия на 35%, а при применении гумата соответственно – на 34, 23 и 35%.

Для оценки эффективности удобрений и гумата с точки зрения

агрономии производился расчет оплаты удобрений прибавкой урожая.

Применение удобрений обеспечило высокую оплату 1 кг д.в. прибавками урожая всех изучаемых культур, причём при применении минимальных доз удобрений оплата была самой высокой. Так, 1 кг д.в. внесённого удобрения на 1 га обеспечил оплату на 2 варианте в 15,2 кг к.ед. Расчётные дозы удобрения культур обеспечили оплату 1 кг д.в. удобрений прибавкой в 7,0–8,2 кг к.ед. Причём, применении органо-минеральной системы удобрения культур несколько увеличило оплату удобрений по сравнению с эквивалентной минеральной системой, на 2,2 кг к.ед. (рис. 5).

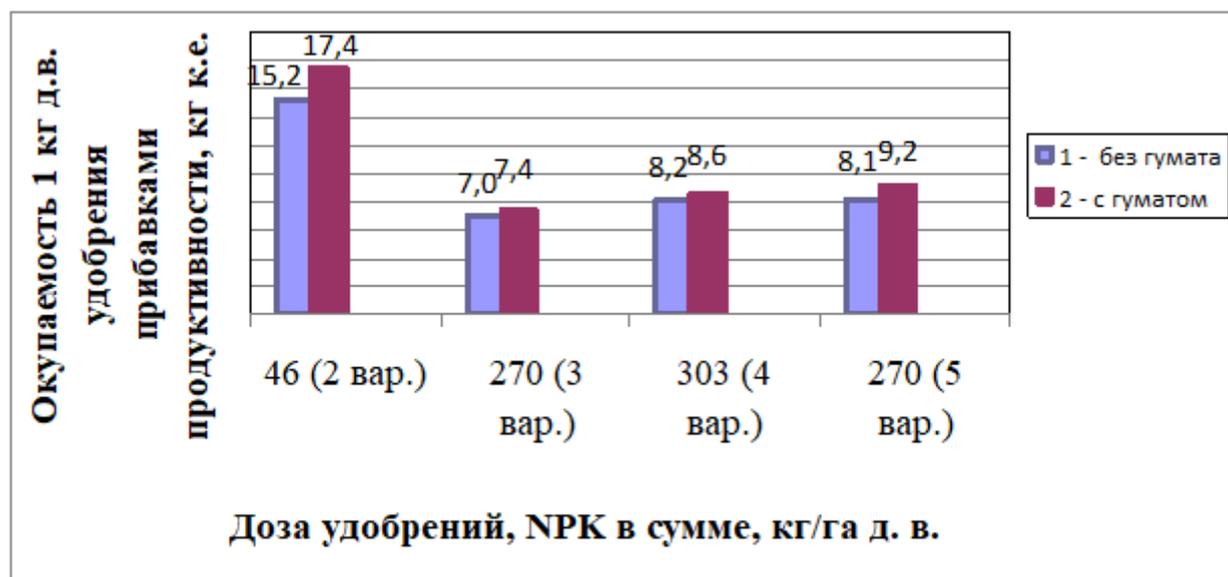


Рисунок 5 - Влияние удобрений на окупаемость 1кг д.в. NPK прибавками продуктивности в 2020–2021 гг., кг к.ед.

Применение гумата увеличило оплату 1 кг д.в. удобрений на 2,2 к. ед. (применение минимальной дозы удобрений) и 0,4 (минеральные системы удобрения) и на 1,1 к.ед. (органоминеральная система удобрения культур севооборота).

Таким образом, в среднем за годы исследований. продуктивность севооборота при применении удобрений достигла 4,3–6,1 т к.ед./га в год, что обеспечило 110–122% планового уровня при расчётных системах удобрения культур. Применение гумата увеличило продуктивность на 0,3–0,5 т к.ед./га/год. Выход основной продукции мало менялся в зависимости от изучаемых доз удобрений, составил в среднем за годы исследований 86–87%. Различные дозы удобрений увеличивали вынос азота в 1,2–1,9 раза, фосфора – в 1,3–1,8 раза и калия в 1,3–1,9 раз по сравнению с контролем. Гумат Na увеличивал вынос азота на 3 - 9%, фосфора на 6–7%, калия – на 3–4%. Расчётные дозы удобрения куль-

тур обеспечили оплату 1 кг д.в. удобрений прибавкой в 7,0–8,2 кг к.ед.

### Литература:

1. Афанасьев, Р.А. Сравнительная эффективность систем удобрения / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // Агрохимия. – 2021. – №2. – С. 31-36.
2. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов // Тр. ВАСХНИЛ. – М.: Агропромиздат, 1985.-275с.
3. Державин, Л.М. Роль химизации земледелия и модернизации сельского хозяйства России / Л.М. Державин // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 7. – С. 73-77.
4. Детковская, Л.П. Влияние удобрений на урожай и качество зерна / Л.П. Детковская, Е.М.Лимантова. – Минск: Ураджай, 1987. – 135с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Жуков, Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья/ Ю.П. Жуков. - М.: Моск. рабочий, 1983.- 144 с.
7. Агрономическая оценка эффективности внесения различных доз удобрений под культуры севооборота / О.В. Чухина, Е.Н. Кузовлев, Р.А. Глазов, А.Н. Кулиничева // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 2 (34). – URL: [molochное.ru/journal](http://molochное.ru/journal). – С. 53-61.
8. Чухина, О.В. Баланс элементов питания в севообороте длительного агрохимического опыта / О.В. Чухина // Стратегия и тактика реализации социально-экономических реформ: региональный аспект / Материалы VIII международной научно-практической конференции. – ФГБУН ВолНЦ РАН, 2019. – С. 477-481.
9. Чухина, О.В. Влияние удобрений на вынос элементов питания культурами севооборота в Вологодской области / О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 4 (32). – URL: [molochное.ru/journal](http://molochное.ru/journal). – С. 46-52.
10. Чухина, О.В. Продуктивность культур и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в севообороте при применении различных доз удобрений / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 2015. – № 5. – С. 20–28.
11. Чухина, О.В. Продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // АГРО XXI. – 2014. – № 1-3. – С. 39–41.
12. Чухина, О.В. Плодородие дерново – подзолистой почвы и

продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 10-18.

13. Чухина, О.В. Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчётных дозах удобрения в севообороте: дис. ... канд. с.-х. наук. М. 1999. – 149с.

14. Barber S.A. /Relation of fertilizer placement to nutrient uptake and crop yield : II. Effekt of row potassium, potassium soil level, and precipitation // Agron. J., 51. – 1959. – P. 97-99.

### References:

1. Afanas'ev R.A., Merzlaya G.E. Comparative efficiency of fertilizer systems *Agrokhimiya* [Agrochemistry], 2021, no. 2, pp. 31-36. (In Russian)

2. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy na plodorodie pochvy i produktivnost' sevooborotov [Effect of long-term fertilizer use on soil fertility and crop rotation productivity]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 275p.

3. Derzhavin L.M. Role of soil chemicalization and agriculture modernization in Russia. *APK: ekonomika, upravlenie* [Agricultural Sector: economics, management], 2011, no. 7, pp. 73-77.

4. Detkovskaya, L.P., Limantova E.M. Vliyanie udobreniy na urozhay i kachestvo zerna [Influence of fertilizers on the yield and quality of grain]. Minsk, Uradzhay Publ., 1987. 135p.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat, 1985. 351p.

6. Zhukov Yu. P. Sistema udobreniya v khozyaystvakh Nechernozem'ya [Fertilizer system on the Non-Chernozem farms]. Moscow, Moskovskiy rabochiy, 1983. 144p.

7. Chukhina O.V., Kuzovlev E.N., Glazov R.A., Kulinicheva A.N. Agronomic assessment of varying fertilizer dose effectiveness for crop rotation. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2019, no. 2 (34), pp. 53-61 (In Russian)

8. Chukhina O.V. Balance of nutrients in crop rotation of a long agrochemical experience. *Materialy VIII Mezhdunarodnoy Nauchno-Prakticheskoy konferentsii "Strategiya i taktika realizatsii sotsial'no-ekonomicheskikh reform: regional'nyy aspekt"* [Proc. of the VIII Int. Scientific and Practical Conf. "Strategy and tactics for implementing socio-economic reforms: a regional aspect"]. Vologda, FGBUN VolNTS RAN, 2019, pp. 477-481. (In Russian)

9. Chukhina O.V. Influence of fertilizers on nutrient removal by crop

rotation in the Vologda region. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2018, no. 4 (32), pp. 46-52. (In Russian)

10. Chukhina O.V., Zhukov Yu.P. Crop productivity and changes in agrochemical parameters of soddy-podzolic soil in crop rotation under varying fertilizer dose use. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2015, no. 5, pp. 20-28. (In Russian)

11. Chukhina O.V., Zhukov Yu.P. Productivity of crops in crop rotation under varying fertilizer dose use. *AGRO XXI* [AGRO XXI], 2014, no. 1-3, pp. S. 39-41. (In Russian)

12. Chukhina O. V., Zhukov Yu.P. Fertility of soddy-podzolic soil and crop productivity in crop rotation under varying fertilizer dose use. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2013, no. 11, pp. 10-18. (In Russian)

13. Chukhina O.V. Produktivnost' kul'tur i obespechennost' dernovo-podzolistoy pochvy pitatel'nymi elementami pri raschetnykh dozakh udobreniya v sevooborote. Kand. Diss. [Productivity of crops and provision of soddy-podzolic soil with nutrients under calculated fertilizer doses in crop rotation. Cand. Diss.]. Moscow, 1999. 149p.

14. Barber S.A. Relation of fertilizer placement to nutrient uptake and crop yield : II. Effect of row potassium, potassium soil level, and precipitation. *Agron. J.*, 51. - 1959. pp. 97-99.

## Productivity of crops in rotation, removal of nutrition compounds and payment for fertilizers when using them and humate

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

e-mail: [ochukhina@mail.ru](mailto:ochukhina@mail.ru)

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

Vlasova Ol'ga Aleksandrovna, Candidate of Science (Agriculture) Director

e-mail: [agrohim\\_35@mail.ru](mailto:agrohim_35@mail.ru)

Federal State Budgetary Institution State Center of Agrochemical Service Vologodskiy

Nikitina Lyubov' Vasil'evna, Candidate of Science (Biology), a leading researcher of the laboratory of the geographical network of experiments with fertilizers

e-mail: [kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov

Naumenko Aleksandra Andreevna, graduate student

e-mail: [klypina.sasha@yandex.ru](mailto:klypina.sasha@yandex.ru)

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

Rozova Marina Aleksandrovna, graduate student

e-mail: [mary.rozova2015@yandex.ru](mailto:mary.rozova2015@yandex.ru)

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

Prokhorov Dmitriy Aleksandrovich, graduate student

e-mail: [Pr1998@yandex.ru](mailto:Pr1998@yandex.ru)

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

**Keywords:** crop rotation productivity, fertilizer doses, payment of fertilizers, removal of nutrition compounds, nitrogen, phosphorus, potassium

---

## Abstract

The article presents the experimental study results concerning the effect of various fertilizer and humate doses on productivity of crops in rotation, including annual grasses (vetch-oat mixture, winter rye, potato, barley), the removal of nutrients by crops with the harvest, the agronomic efficiency of the studied fertilizer doses. The soil of the experimental plot is soddy-podzolic, medium loamy, of medium cultivation. The repetition of the experiment is 4-fold, the placement of variants is systematically complicated, the size of the plot is 14m x 10m, the area of the plot is 140 m<sup>2</sup>, the registration area for 2-factor studies is at least 24 m<sup>2</sup>. The experiment scheme for the years of research is as follows: a non-fertilizer variant (control) (1), a sowing and planting fertilizer N<sub>17</sub>P<sub>17</sub>K<sub>12</sub> variant (2), two variants of the studied mineral fertilizer systems, differing in nitrogen dose of N<sub>93</sub>P<sub>41</sub>K<sub>136</sub> and N<sub>126</sub>P<sub>41</sub>K<sub>136</sub> (3, 4), an organo-mineral system variant, being an equivalent in fertilizer dose to the third variant of the mineral fertilizer system N<sub>58</sub>P<sub>20</sub>K<sub>111</sub> + 40 t/ha of rotted manure (5). In the experiment, the two factors have been studied, that is factor A – fertilizers and factor B – Na humate, therefore, each plot has been divided into two halves. The first half has not been treated with humate, and another one has been treated with humate at the rate of 0.5 kg/ha at a flow rate of a working water solution of 250L. The research methods are universally accepted ones. In 2020-2021 the crop rotation productivity after fertilizer application has reached 4.3 - 6.1 tons of fodder units/ha per year in average, which has provided 110 - 122% of the planned level of the calculated fertilizing systems. Humate application has resulted in increasing productivity by 0.3 - 0.5 t fodder units/ha per year. The output of the main products has changed little depending on the studied doses of fertilizers and humate, amounting to an average of 86 - 87% over the years of research. Various doses of fertilizers have increased nitrogen removal by 1.2 - 1.9 times, phosphorus removal - by 1.3 - 1.8 times and potassium removal - by 1.3 - 1.9 times compared to the control. Na humate has increased nitrogen removal by 3-9%, phosphorus removal by 6-7%, and potassium removal by 3-4%. The calculated fertilizer doses have provided payment for 1 kg of primary fertilizer nutrient with an increase of 7.0 - 8.2 kg of fodder units. Humate application has increased payment for 1 kg of primary fertilizer nutrient by 0.4 - 2.2 kg fodder units. The highest value has been achieved under the minimum fertilizer doses.

# Моделирование зависимости продуктивности культур севооборота от гидротермического коэффициента, доз удобрений, содержания подвижных форм фосфора и калия в почве

Чухина Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail:ochukhina@mail.ru

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

Шихова Оксана Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент

e-mail:oksana-shikhova@yandex.ru

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

Власова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, директор

e-mail:agrohim\_35@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

Никитина Любовь Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Геосети опытов с удобрениями

e-mail:[kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Козлов Адриан Андреевич, магистрант

e-mail:adik.kozlov@mail.ru

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

Башкин Николай Игоревич, магистрант

e-mail: npolluks@mail.ru

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

**Ключевые слова:** продуктивность севооборота, дозы удобрений, гидротермический коэффициент, содержание подвижного фосфора, подвижный калий, взаимосвязь, регрессия, линейная зависимость.

### Аннотация

В статье по результатам 28 лет исследований при применении различных доз удобрений выявлены закономерности изменения продуктивности севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Вологодской области и гидротермических коэффициентов (ГТК), содержания подвижных форм фосфора и калия и их взаимосвязь. Опытные данные были сформированы на основании 7 ротаций севооборота (наблюдения за 28-летний период) для пяти различных оптимальных комбинаций азота, фосфора и калия (всего 35 наблюдений): (1) – 0 кг д.в. удобрений (контроль), (2) – N24 P20 K26 кг д.в. удобрений, (3) – N76 P37 K77 кг д.в. удобрений, (4) – N93 P33 K92 кг д.в. удобрений, (5) – N95 P41 K96 кг д.в./га удобрений. Повторность опыта – 4-кратная, размещение вариантов – усложнено систематическое, размер делянки 14м x 10м, площадь делянки – 140 м<sup>2</sup>, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. Как показывают данные исследований, продуктивность культур севооборота возрастала с повышением доз вносимых удобрений и максимальной оказалась в среднем за 1-ю ротацию при применении минеральной системы удобрения N93 P33 K92 кг д.в./ га (4 вариант) и органо-минеральной системы удобрения – N95 P41 K96 кг д.в. / га (5 вариант), которая составила 5,7 т/га К.Е. Самой высокой оказалась продуктивность в среднем за 7-ю ротацию севооборота, которая соответствовала на 4 и 5 вариантах 7,2–7, 4 т К.Е./га. Во 2–6-й ротациях севооборота также выделились 4 и 5 варианты – варианты с максимальными дозами вносимых удобрений. Модель регрессии, описывающая зависимость продуктивности севооборота от ГТК, уровней содержания подвижного фосфора и калия показывает, что увеличение содержания в почве подвижных форм фосфора и калия на 1 мг/кг будет положительно влиять на продуктивность севооборота:

при увеличении содержания подвижного калия ( $X_2$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания фосфора, продуктивность севооборота увеличивается в среднем на 0,0255 т К.Е./га; при увеличении подвижного фосфора ( $X_1$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания калия, продуктивность севооборота будет также увеличиваться в среднем на 0,00017 т К.Е./га, при увеличении обоих веществ на 1 мг/кг почвы можно ожидать рост продуктивности в среднем на 0,0256 т К.Е./га.

Продуктивность севооборота во многом зависит от возделываемых в нём культур и сортов и, естественно, применяемых средств химизации, особенно удобрений. Возделывание культур в севообороте позволяет естественным путём (за счёт биологических правильно подобранных предшественников) и при правильном чередовании культур в пространстве и во времени получить экологически безопасную растениеводческую продукцию за счёт экономии средств защиты растений и дифференцированного применения удобрений [1].

Увеличение урожайности культур севооборота зависит от комплексного использования минеральных удобрений, активность потребления которых определяется не только стадией развития и созревания культуры, но качественным составом почвы, ее плодородием, метеорологическими условиями выращивания, достаточной степенью увлажненности, которая, в свою очередь, непосредственно влияет на эффективность применения удобрений.

Базовыми компонентами, определяющими благоприятные условия для возделывания сельскохозяйственных культур, являются такие доступные растению вещества, как азот, фосфор и калий.

Цель работы – исследование и моделирование зависимости продуктивности культур севооборота от ГТК, количества внесенных удобрений (азотных, фосфорных и калийных), содержания подвижных форм фосфора и калия методами статистического анализа с построением регрессионных моделей.

Удобрения обеспечивают существенное повышение продуктивности сельскохозяйственных культур [3, 4].

Методика и условия проведения исследований

В 1991–2018 годах исследований в полевом длительном стационарном опыте изучалась продуктивность культур севооборота – однолетних трав (горохоовсяной (1991–2002 годы), викоовсяной смеси (2003–2018 годы)), озимой ржи, картофеля и ячменя. Севооборот был развёрнут в пространстве и во времени. Кроме этого, изучалось влияние различных доз удобрений на вынос элементов питания культурами

севооборота, изменение основных агрохимических показателей почвы. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Почва характеризовалась перед закладкой опыта рНКСI 5,1, содержанием гумуса – 3,28 %, содержанием подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 266 и 114 мг/кг почвы [5, 6, 7].

Проведение исследований – по методике опытного дела Б.А. Доспехова (1985) [2].

Опытные данные были сформированы на основании 7 ротаций (наблюдения за 28-летний период) для пяти различных оптимальных комбинаций азота, фосфора и калия (всего 35 наблюдений): (1) – 0 кг д.в. удобрений (контроль), (2) – N24 P20 K26 кг д.в. удобрений, (3) – N76 P37 K77 кг д.в. удобрений, (4) – N93 P33 K92 кг д.в. удобрений, (5) – N95 P41 K96 кг д.в./га удобрений. Повторность опыта – 4-кратная, размещение вариантов – усложнено систематическое, размер делянки 14м x 10м, площадь делянки – 140 м<sup>2</sup>, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. Подробное агрономическое описание опытных данных и методики проведения исследований представлено в предыдущих публикациях [5, 6, 7].

Существенным фактором, влияющим на изменение продуктивности севооборота, являются погодные условия, количество осадков и температура воздуха (увлажнённость почвы), которые можно количественно представить в виде комплексного показателя ГТК – гидротермического коэффициента. При этом в условиях опыта измерялся и оценивался средний уровень показателя ГТК (гидротермический коэффициент), позволивший в последствии оценить влияние отношения количества осадков к сумме активных температур, увеличенное на порядок, на степень проявления корреляционной зависимости продуктивности от дозы внесённых минеральных веществ и содержания подвижных форм фосфора и калия в почве. Различные системы удобрения в среднем за 28 лет исследований в 3,7 – 4,0 раза (5 вар.) повышали продуктивность севооборота по сравнению с контролем.

Для расчётов использовались исходные данные, представленные в *таблице 1*.

#### Результаты исследований

Самыми неблагоприятными погодные условия оказались в среднем в 3-ю и 6-ю ротации севооборота, ГТК в среднем составил соответственно 1,09 и 1,03. Самыми благоприятными для влияния удобрений на продуктивность оказались условия за 1-ю, 2-ю и 7-ю ротации севооборота, в эти периоды ГТК в среднем превысил ср. зн. значение на 0,10–0,31.

Как показывают данные исследований, продуктивность культур

севооборота возрастала с повышением доз вносимых удобрений и в среднем за 1-ю ротацию севооборота максимальной оказалась при применении минеральной системы удобрения N93 P33 K92 кг д.в./ га (4 вариант) и органоминеральной системы удобрения – N95 P41 K96 кг д.в. / га (5 вариант), составила 5,7 т/га К.Е. Самой высокой оказалась продуктивность в среднем за 7-ю ротацию севооборота, которая соответствовала на 4 и 5 вариантах 7,2–7, 4 т К.Е./га. Во 2–6-й ротациях севооборота по продуктивности также выделились 4 и 5 варианты – варианты с максимальными дозами вносимых удобрений.

Без удобрения культур севооборота содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое почвы снизилось за 28 лет исследований соответственно на 140 и 61 мг/кг почвы. Полные расчётные системы удобрения культур севооборота (3–5 варианты) обеспечили содержание подвижных форм фосфора на высоком исходном уровне, а подвижного калия даже несколько его увеличили – на 31–47 мг/кг почвы.

Рабочая гипотеза состояла в том, что увеличение уровня ГТК, и эффективность вносимых минеральных веществ должна существенно проявляться в положительном влиянии на продуктивность севооборота.

Таблица 1 – Исходные данные

| <b>Показатели<br/>(варианты)/<br/>ротации/(годы)</b>                         | <b>1<br/>(1991-<br/>1994)</b> | <b>2<br/>(1995-<br/>1998)</b> | <b>3<br/>(1999-<br/>2002)</b> | <b>4<br/>(2003-<br/>2006)</b> | <b>5<br/>(2007-<br/>2010)</b> | <b>6<br/>(2011-<br/>2014)</b> | <b>7<br/>(2015-<br/>2018)</b> |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ГТК  | 1,60                          | 1,62                          | 1,09                          | 1,36                          | 1,39                          | 1,03                          | 1,81                          |
| Размах ГТК   | 0,77-<br>2,26                 | 1,28-<br>1,80                 | 0,55-<br>1,73                 | 1,13-<br>1,59                 | 1,19-<br>1,71                 | 0,76-<br>1,22                 | 1,11-<br>3,44                 |
| Продуктивность севооборота по вариантам. Варианты – различные дозы удобрений |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
| Продуктивность (1)* (0 кг д.в. удобрений), т К.Е./ га                        | 4,4                           | 3,1                           | 1,8                           | 3,3                           | 3,9                           | 3,6                           | 3,8                           |
| Продуктивность (2) (N24 P20 K26 кг д.в. удобрений), т К.Е./га                | 5,6                           | 4,2                           | 2,1                           | 4,5                           | 4,6                           | 4,4                           | 5,1                           |
| Продуктивность (3) (N76 P37 K77 кг д.в. удобрений), т К.Е./га                | 5,6                           | 4,6                           | 3,2                           | 5,9                           | 5,9                           | 5,3                           | 6,7                           |
| Продуктивность (4) (N93 P33 K92 кг д.в. удобрений), т К.Е./га                | 5,7                           | 4,5                           | 3,1                           | 6,2                           | 6,5                           | 5,9                           | 7,4                           |

|  |     |     |     |     |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Продуктивность (5)<br>(N95 P41 K96 кг<br>д.в. удобрений), т<br>К.Е./га     | 5,7 | 5,3 | 4,0 | 6,6 | 6,2 | 5,7 | 7,2 |
| Содержание подвижного фосфора, мг/ кг почвы по вариантам – дозам удобрений |     |     |     |     |     |     |     |
| Содержание<br>подвижного<br>фосфора на<br>контроле (1), мг/кг<br>почвы     | 266 | 208 | 159 | 152 | 132 | 132 | 126 |
| Содержание<br>подвижного<br>фосфора (2), мг/кг<br>почвы                    | 266 | 282 | 275 | 227 | 218 | 214 | 234 |
| Содержание<br>подвижного<br>фосфора (3), мг/кг<br>почвы                    | 266 | 276 | 278 | 241 | 244 | 250 | 274 |
| Содержание<br>подвижного<br>фосфора (4), мг/кг<br>почвы                    | 266 | 270 | 286 | 225 | 244 | 250 | 260 |
| Содержание<br>подвижного<br>фосфора (5), мг/кг<br>почвы                    | 266 | 272 | 286 | 234 | 244 | 266 | 270 |
| Содержание подвижного калия, мг/ кг почвы по вариантам – дозам удобрений   |     |     |     |     |     |     |     |
| Содержание<br>подвижного калия<br>на контроле (1), мг/<br>кг почвы         | 114 | 89  | 66  | 72  | 55  | 55  | 53  |
| Содержание<br>подвижного калия<br>(2), мг/кг почвы                         | 114 | 113 | 96  | 96  | 76  | 68  | 70  |
| Содержание<br>подвижного калия<br>(3), мг/кг почвы                         | 114 | 92  | 88  | 96  | 140 | 135 | 157 |
| Содержание<br>подвижного калия<br>(4), мг/кг почвы                         | 114 | 144 | 111 | 96  | 140 | 135 | 161 |
| Содержание<br>подвижного калия<br>(5), мг/кг почвы                         | 114 | 156 | 72  | 96  | 140 | 135 | 145 |

На первом этапе подтверждения выдвинутой гипотезы была изучена корреляционная зависимость продуктивности севооборота от уровня ГТК для различных вариантов доз внесения удобрений (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты моделирования зависимости продуктивности севооборота (У, т К.Е./га) от уровня ГТК (X) при различных комбинациях доз удобрений (кг д.в./га)

| Доза внесения удобрений, кг д.в. | Регрессия и регрессионная статистика  | Степень проявления корреляционной зависимости |
|----------------------------------|---|---|
| (1) – 0                          | $\hat{y} = 1,4651x + 1,3422$<br>$R^2 = 0,2559; R = 0,5059; F = 1,72; p(F) = 0,25$ | заметная                                      |
| (2) – N24<br>P20 K26             | $\hat{y} = 2,4385x + 0,9085$<br>$R^2 = 0,3991; R = 0,6317; F = 3,32; p(F) = 0,13$ | заметная                                      |
| (3) – N76<br>P37 K77             | $\hat{y} = 2,2451x + 2,1391$<br>$R^2 = 0,3219; R = 0,5674; F = 2,37; p(F) = 0,18$ | заметная                                      |
| (4) – N93<br>P33 K92             | $\hat{y} = 2,339x + 2,3063$<br>$R^2 = 0,2239; R = 0,4732; F = 1,44; p(F) = 0,28$  | умеренная                                     |
| (5) – N95<br>P41 K96             | $\hat{y} = 2,045x + 2,9221$<br>$R^2 = 0,3267; R = 0,5716; F = 2,43; p(F) = 0,18$  | заметная                                      |

Результаты моделирования (табл. 2) показывают, что наблюдается прямая заметная корреляционная зависимость продуктивности севооборота от уровня ГТК, имеющая линейный характер, при увеличении показателя ГТК на 0,01 продуктивность севооборота в среднем будет увеличиваться, причем в контрольном варианте (без внесения удобрений) на 0,0147 т К.Е./га. При различных вариантах комбинаций вносимых минеральных веществ рост продуктивности естественно будет более существенным - в среднем от 0,020 до 0,024 т К.Е./га.

Полученные результаты указывают на то, что при различных уровнях ГТК эластичность изменения продуктивности севооборота от концентрации и дозы вносимых удобрений будет различной, а значит, и корреляция между исследуемыми переменными будет проявляться с разной степенью силы.

Несмотря на то, что тестирование полученных регрессионных моделей по критерию Фишера, позволяет судить об их статистической значимости с ошибкой, превышающей 5%-ный уровень, все же можно утверждать о надежности моделей не менее, чем с вероятностью 70%. Этого достаточно для подтверждения гипотезы о зависимости продуктивности севооборота от уровня ГТК, учитывая, что моделирование для каждого варианта комбинации доз вносимых удобрений было выполнено по малой выборке, включившей только 7 ротаций (за период 28 лет).

На следующем этапе исследования влияния ГТК на степень

проявления зависимости продуктивности севооборота от количества вносимых минеральных удобрений и содержания элементов питания в почве (подвижный фосфор и калий) были построены для выборок наблюдений с тремя разными вариантами уровней ГТК (общий случай, ниже среднего и выше среднего). Регрессионная модель линейного класса имела следующий вид:

$$\hat{y} = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_2 \quad \hat{y} = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_2, \quad (1)$$

где  $\hat{y}$  – теоретические значения уровня продуктивности севооборота ячменя;

$a, b, c$  – оценки параметров условно чистой регрессии, характеризующие влияние объясняющих переменных, включенных в модель;

$a$  – константа, оценивающая средний уровень зависимой переменной  $Y$ , формирующийся под совокупным влиянием всех прочих факторов, кроме тех, что включены в модель ( $X_1$  – содержание подвижного фосфора,  $X_2$  – содержание подвижного калия);

$b \cdot x_1$  – часть значения среднего уровня продуктивности севооборота ячменя, объясняемая влиянием содержания в почве подвижного фосфора ( $X_1$ );

$c \cdot x_2$  – часть значения среднего уровня продуктивности севооборота, объясняемая влиянием содержания в почве подвижного калия ( $X_2$ ).

Результаты исследования смоделированных зависимостей представлены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Результаты моделирования зависимости продуктивности севооборота ( $Y$ , т К.Е./га) от изменения содержания элементов питания в почве ( $X_1$  – подвижного фосфора,  $X_2$  – подвижного калия, мг/кг почвы) при различных уровнях ГТК

| Варианты ГТК (объем выборки) | Интервал значений среднего уровня ГТК | Регрессия и регрессионная статистика   | Степень проявления корреляционной зависимости |
|------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Общий (n = 35)               | 1,03 – 1,9                            | $\hat{y} = 2,3957 - 0,0040 \cdot x_1 + 0,0327 \cdot x_2$<br>$R^2 = 0,4452; R = 0,6672; F = 12,84; p(F) < 0,05$ | заметная                                      |
| Ниже среднего (n = 20)       | 1,03 – 1,4                            | $\hat{y} = 2,4655 - 0,0064 \cdot x_1 + 0,0368 \cdot x_2$<br>$R^2 = 0,4144; R = 0,6437; F = 6,02; p(F) < 0,05$  | заметная                                      |
| Выше среднего (n = 15)       | 1,6 – 1,9                             | $\hat{y} = 2,2469 + 0,0002 \cdot x_1 + 0,0255 \cdot x_2$<br>$R^2 = 0,4534; R = 0,6733; F = 4,98; p(F) < 0,05$  | заметная                                      |

Результаты исследования показывают, что в общем случае с учетом всех наблюдаемых уровней ГТК имеет место заметное совокупное влияние дозы вносимых минеральных удобрений на уровень продуктивности севооборота, построенная регрессионная модель статистически значима по критерию Фишера и на 44,52% объясняет совокупное влияние включенных, объясняющих переменных на формирование значений продуктивности севооборота.

Однако, стоит отметить направление влияния объясняющих переменных: в случае с подвижным калием ( $X_2$ ) – при увеличении содержания элемента на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания фосфора, продуктивность севооборота культуры увеличивается в среднем на 0,0327 т К.Е./га; при увеличении подвижного фосфора ( $X_1$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания калия, продуктивность севооборота будет снижаться в среднем на 0,004 т К.Е./га. Таким образом, из данных двух минеральных веществ в соответствии с данной моделью более благоприятное влияние на продуктивность севооборота оказывает калий. При этом, комплексное внесение этих двух видов удобрений для всех вариантов уровня ГТК будет иметь в целом благоприятное влияние – при увеличении веществ обоих видов на 1 мг/кг почвы можно ожидать рост продуктивности в среднем на 0,0286 т К.Е./га.

Аналогичное по направлению влияние вносимых доз удобрений на продуктивность севооборота будет наблюдаться при уровнях ГТК ниже среднего. Однако степень проявления корреляции между зависимой и объясняющими переменными будет выражена несколько слабее

в сравнении с общим случаем модели и более слабо в сравнении со случаем модели, построенной для наблюдений с уровнем ГТК выше среднего.

При уровне ГТК ниже среднего совокупное влияние изменения на уровень продуктивности севооборота будет также заметным, построенная регрессионная модель статистически значима по критерию Фишера и на 41,44% объясняет совокупное влияние включенных, объясняющих переменных на формирование значений продуктивности севооборота.

В соответствии с данной моделью при уровнях ГТК ниже среднего при увеличении подвижного калия ( $X_2$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания фосфора, продуктивность севооборота культуры увеличивается в среднем на 0,0368 т К.Е./га; при увеличении подвижного фосфора ( $X_1$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания калия продуктивность севооборота будет снижаться в среднем на 0,0064 т К.Е./га. Таким образом, из данных двух минеральных веществ в соответствии с данной моделью более благоприятное влияние на продуктивность севооборота при низких уровнях ГТК оказывает калий. При этом комплексное внесение этих двух видов удобрений будет иметь в целом благоприятное влияние – при увеличении содержания веществ обоих видов на 1 мг/кг почвы можно ожидать рост продуктивности в среднем на 0,0304 т К.Е./га.

Регрессионная модель, построенная по выборке наблюдений с уровнями ГТК выше среднего, является более надежной по результатам F-теста и степень проявления корреляционной зависимости между исследуемыми переменными более высокая ( $R = 0,67$ ), на 45,33% изменчивость значений продуктивности севооборота объясняется совокупным влиянием доз вносимых минеральных удобрений.

При этом в соответствии с данной моделью при высоких показателях ГТК увеличение дозы как одного, так и другого вещества будет положительно влиять на продуктивность севооборота: при увеличении содержания подвижного калия ( $X_2$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания фосфора продуктивность севооборота увеличивается в среднем на 0,0255 т К.Е./га; при увеличении подвижного фосфора ( $X_1$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания калия продуктивность севооборота будет также увеличиваться в среднем на 0,00017 т К.Е./га.

Таким образом, совместное увеличение подвижных форм фосфора и калия будет иметь в целом благоприятное влияние – при увеличении обоих веществ на 1 мг/кг почвы можно ожидать рост продуктивности в среднем на 0,0256 т К.Е./га.

Результаты исследования показывают, что рабочая гипотеза о том, что климатические условия и уровень ГТК непосредственно влияют на продуктивность культур севооборота и степень корреляции ее уровня с дозой вносимых минеральных удобрений и изменением их содержания на 1 мг/кг почвы, подтвердилась.

### **Литература:**

1. Особенности питания и удобрения ячменя / РГАУ-МСХА. Зооинженерный факультет МСХА. – URL: <https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yachmenya>.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
3. Никитина, Л.В. Влияние систем удобрения в склоновом агроландшафте на калийный режим суглинистой почвы / Л.В. Никитина, В.А. Романенков // Плодородие. – 2020. – № 4 (115). – С. 35-38.
4. Шафран, С.А. Научные основы прогнозирования содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах / С.А. Шафран, Н.А. Кирпичников // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 3-10.
5. Чухина, О.В. Продуктивность культур и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в севообороте при применении различных доз удобрений / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. 2015. № 5. – С. 20-28.
6. Чухина, О.В. Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчётных дозах удобрения в севообороте: Ис. ... канд. с.-х. наук. – М/, 1999. – 154с.
7. Чухина, О.В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 10–18.

### **References:**

1. Osobennosti pitaniya i udobreniya yachmenya. [Features of nutrition and fertilization of barley] [Electronic resource]. RGAU-MSKHA. Zoonzhenernyj fakul'tet MSKHA. [RGAU-MSHA. Zooengineering Faculty of the Moscow Agricultural Academy]. – Available at: <https://www.activestudy.info/osobennosti-pitaniya-i-udobreniya-yachmenya>.
2. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta. [Methods of field experience]. M.: Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russian)
3. Nikitina, L.V. Influence of fertilizer systems in the slope agricultural landscape on the potash regime of loamy soil. Plodorodie. [Fertility], 2020,

no. 4 (115), pp. 35-38. (in Russian)

4. Shafran, S.A. Scientific basis for predicting the content of mobile forms of phosphorus and potassium in soils. *Agrohimiya. [Agrochemistry]*, 2019, no. 4, pp. 3-10. (in Russian)

5. Chukhina, O. V. Productivity of crops and changes in agrochemical parameters of soddy-podzolic soil in crop rotation with the use of various doses of fertilizers. *Agrohimiya. [Agrochemistry]*, 2015, no. 5, pp. 20-28. (in Russian)

6. Chukhina, O. V. Produktivnost' kul'tur i obespechennost' dernovo-podzolistoj pochvy pitatel'nymi elementami pri raschyotnyh dozah udobreniya v sevooborote: Dis. ... kand. s.-h. nauk. [Productivity of crops and provision of soddy-podzolic soil with nutrients at calculated doses of fertilizer in crop rotation: Dis. ... cand. agricultural sciences.]. Moscow, 1999, 154 p. (in Russian)

7. Chukhina, O. V. Fertility of soddy-podzolic soil and productivity of crops in crop rotation with the use of various doses of fertilizers. *Agrohimiya. [Agrochemistry]*, 2013, no. 11, pp. 10-18. (in Russian)

## Modeling the dependence of cropping productivity on the hydrothermal coefficient, fertilizer doses, content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil

Chukhina Olga Vasilievna, Candidate of Sciences (Agriculture),  
Dean, Associate Professor  
e-mail: ochukhina@mail.ru

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

Shikhova Oksana Anatolyevna, Candidate of Sciences (Economics),  
Associate Professor

e-mail: oksana-shikhova@yandex.ru

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

Vlasova Olga Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Agriculture),  
Federal state budgetary institution

e-mail: agrohim\_35@mail.ru

State Center of Agrochemical Service "Vologda"

Nikitina Lyubov Vasilievna, Candidate of Sciences (Biology),

Leading Researcher, Laboratory of Geonetwork of Experiments with  
Fertilizers

e-mail: [kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research  
Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov"

Kozlov Adrian Andreevich, Master Student

E-mail: adik.kozlov@mail.ru

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

Bashkin Nikolai Igorevich, Master Student

e-mail: npolluks@mail.ru

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

**Keywords:** crop rotation productivity, doses of fertilizers, hydrothermal coefficient, mobile phosphorus content, mobile potassium, relationship, regression, linear dependency.

### Abstract

The article presents the results of 28 years of research with the use of various doses of fertilizers, the patterns of changes in the productivity of crop rotation on soddy-podzolic medium loamy soil of the Vologda region and hydrothermal coefficients (HTC), the content of mobile forms of phosphorus and potassium and their relationship were revealed. Experimental data were formed on the basis of 7 crop rotations (observations over a 28-year period) for five different optimal combinations of nitrogen, phosphorus and potassium (35 observations in total): (1) – 0 kg a.i. fertilizer (control), (2) – N24 P20 K26 kg a.i. fertilizer, (3) – N76 P37 K77 kg a.i. fertilizer, (4) – N93 P33 K92 kg a.i. fertilizer, (5) – N95 P41 K96 kg a.i./ha of fertilizer. The repetition of the experiment is 4-fold, the placement of variants is systematically complicated, the size of the plot is 14m x 10m, the area of the plot is 140 m<sup>2</sup>, the accounting area for 2-factor studies is at least 24 m<sup>2</sup>. As research data show, the productivity of crop rotation crops increased with a rise in the doses of applied fertilizers and turned out to be maximum on average for the 1st rotation when using the mineral fertilizer system N93 P33 K92 kg AI/ha (variant 4) and the organomineral fertilizer system – N95 P41 K96 kg a.i. / ha (variant 5), which amounted to 5.7 t/ha of a. unit. The highest productivity turned out to be on average for the 7th rotation of the crop rotation, which corresponded to 7.2–7.4 tons of units/ha in the 4th and 5th variants. In the 2nd - 6th rotations of the crop rotation, variants 4 and 5 were also distinguished - variants with the maximum doses of applied fertilizers. The regression model describing the dependence of crop rotation productivity on HTC, levels of mobile phosphorus and potassium content shows that an increase in the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil by 1 mg/kg will have a positive effect on crop rotation productivity: with an increase in the content of mobile potassium (X2) by 1 mg/kg of soil at a fixed level of phosphorus content, the productivity of crop rotation increases by an average of 0.0255 t KE/ha; with an increase in mobile phosphorus (X1) by 1 mg/kg of soil at a fixed level of potassium content, crop rotation productivity will also increase by an average of 0.00017 t KE/ha, with an increase in both substances by 1 mg/kg of soil, one can expect productivity growth by an average of 0.0256 t KE/ha.

# Технологическая совместимость молочного и растительного сырья при создании напитка, заменяющего кофе

Абабкова Анна Александровна, кандидат технических наук,  
инженер-химик

e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Акционерное общество «Учебно-опытный молочный завод»  
Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им.  
Н.В. Верещагина»

Матвеева Наталия Олеговна, аспирант кафедры технологии молока  
и молочных продуктов

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

Новокшанова Алла Львовна, доктор технических наук, доцент, ве-  
дущий научный сотрудник

e-mail: novokshanova@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ  
питания и биотехнологии»

**Ключевые слова:** питьевой молочный напиток, кофейный напиток,  
сухое обезжиренное молоко, порошок ячменя, сироп топинамбура.

## Аннотация

В статье доказана актуальность и целесообразность производства  
низкожирного молочного напитка, обогащенного порошком ячменя, в  
качестве заменителя кофе. Благодаря высокой пищевой ценности и  
отсутствию кофеина полученный продукт может быть рекомендован для  
непосредственного употребления в пищу всеми группами населения,  
в том числе в системе питания детских и санаторных учреждений.  
Объектом исследования служили опытные образцы молочного напитка.  
В качестве основы применяли сухое обезжиренное молоко после

восстановления. Для придания кофейного вкуса напитку использовали ячменный порошок в количестве 7 %. В качестве дополнительного источника углеводов применяли сироп топинамбура в количестве 4 %. Микроскопированием образцов напитка исследовано диспергирование злаковой составляющей в молочном сырье. Методом ротационной вискозиметрии выявлено полное восстановление структуры после механического разрушения и улучшение показателя потери вязкости в образцах после холодильного хранения по сравнению с образцами сразу после получения. Срок хранения напитка установлен методом микробиологического анализа.

Питьевые молочные продукты, как правило, имеют невысокую пищевую плотность. В сегменте молочных напитков преимущественно преобладают продукты с массовой долей белка от 3 до 5 %. Учитывая устойчивую тенденцию недостаточного содержания белка в рационах россиян, актуальным остается необходимость создания продуктов с повышенной белковой ценностью. Однако при обогащении молочного сырья, особенно низкожирного, другими ингредиентами могут возникать проблемы органолептической приемлемости и стабильности пищевой системы.

В основе данного исследования использована известная традиция приготовления напитков, заменяющих кофе. В зависимости от рецептуры их подразделяют на три типа:

- напитки, частично содержащие кофе;
- напитки, содержащие цикорий и не содержащие кофе;
- напитки, в составе которых нет ни кофе, ни цикория.

Такие напитки – популярный продукт в системе общепита, включая детские и санаторные учреждения. Объяснением этому служит пониженное содержание или полное отсутствие кофеина.

Из всех зерновых, которые используются для приготовления напитков, заменяющих кофе, выбран ячмень. Цвет и консистенция ячменного напитка внешне очень схожа с натуральным кофе, а добавление молока делает вкус напитка мягким и похожим на капучино. К тому же в ячмене нет такого количества эфирных масел, как в кофейных зернах, поэтому он не оставляет на посуде следов и запаха [1].

Основная масса углеводов ячменя представлена крахмалом. Содержание моно- и олигосахаридов в зерне ячменя, по данным разных авторов, варьируется в пределах 1,4–6,8 %. В зародыше обнаружено 4,9 % раффинозы [2].

В составе клеточных стенок ячменя найдены полисахариды  $\beta$ -глюканы. По структуре  $\beta$ -глюкан представляет линейный полисахарид,

образованный остатками D-глюкопиранозы, которые соединяются  $\beta$ -1,4-связями в организованные блоки через  $\beta$ -1,3-связи. Во вторичной структуре молекула  $\beta$ -глюкана представляет собой изогнутую цепь, модель которой описывается цилиндром, имеющим длину равную 3,5–3,8 нм и диаметр около 0,45 нм [2, 3].

При помоле зерна  $\beta$ -глюканы высвобождаются из клеточных стенок. Известно, что степень извлечения  $\beta$ -глюканов прямо пропорциональна тонкости помола [4, 5]. Попадая в водную среду  $\beta$ -глюканы, увеличивают ее вязкость. Именно это свойство привлекает технологов в решении использовать данные гидроколлоиды в производстве многих продуктов. Тем более, что  $\beta$ -глюканы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, выполняют ряд полезных физиологических функций, улучшающих процессы усвоения, микробиоценоз и эвакуацию остатков пищи. В итоге такие эффекты опосредованно оказывают нормализующее действие на липидный и углеводный обмены [6].

Однако использование  $\beta$ -глюкана как функционального ингредиента экономически мало привлекательно из-за высокой стоимости его экстракции и очистки. Альтернативным вариантом улучшения консистенции продуктов, например, на молочной основе, может быть использование зерновых и продуктов их переработки, богатых  $\beta$ -глюканами.

Рассматривая возможность промышленной технологии готового молочного напитка – заменителя кофе, изучены его органолептические и физико-химические, в частности реологические свойства.

Объектом исследования служили образцы молочного напитка, обогащенные порошком ячменя и сиропом топинамбура.

Основным молочным сырьем служило сухое обезжиренное молоко (СОМ) производства АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина. Органолептические и физико-химические характеристики СОМ соответствовали требованиям действующей нормативной документации на данный продукт [7]. По микробиологическим показателям и показателям безопасности сухое обезжиренное молоко удовлетворяло показателям Технического регламента Таможенного союза [8, 9]. Помимо высокой пищевой ценности и приятного вкуса, СОМ интересно для пищевой промышленности удобством транспортировки и длительным сроком годности.

Кофейный вкус напитку придавали путем внесения в молочную основу порошка ячменя (ячменный напиток «Старая мельница», ОАО «Русский продукт», Россия). Данный ингредиент представляет собой порошкообразную форму переработанного ячменя, которая способна равномерно распределяться в молочном сырье. Это важное условие

для проявления свойств ячменя как гидроколлоида, которое будет способствовать стабилизации продукта в хранении.

Вместо сахарозы для придания сладкого вкуса напитку использован сироп топинамбура (производитель ООО «Терра», Россия), имеющий высокую сладость и хорошую растворимость.

Основу молочного напитка готовили растворением 18 г сухого обезжиренного молока (СОМ) в питьевой воде при температуре  $(50,0 \pm 2,0)$  в мерной колбе на  $100 \text{ см}^3$ . Порошок ячменя вносили в молочную основу в количестве 7 % от массы смеси. Сироп добавляли в образцы из расчета 4 % от объема смеси. Пастеризацию напитка проводили при температуре  $(87,0 \pm 2,0)$  в течение 8 секунд. Далее охлаждали до температуры  $(22,0 \pm 2,0) \text{ }^\circ\text{C}$ , поддерживаемой в течение дегустации. Дальнейшие испытания образцов проводили на 10, 15 и 19 сутки после хранения при температуре  $(4 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ .

Плотность образцов исследовали с помощью тензиометра KRUSS K-20S. Способность образцов сохранять начальные свойства при хранении исследовали методом посева на питательную среду по ГОСТ 32901-2014 и по показателю активной кислотности в соответствии с ГОСТ 32892-2014 [10, 11].

Реологические характеристики образцов продукта: потеря вязкости и восстановление структуры определяли на ротационном визкозиметре Fungilab SMART серии R [12].

Микроскопирование образцов выполняли на световом микроскопе Axio Imager Z1 Carl Zeiss при стократном увеличении объектива и окуляра. Для фотосъемки использовали цифровую камеру AxioCam HRc.

Размер частиц при электронном микроскопировании вычисляли расчетным методом [13]. Видимые частицы подразделяли на фракции по размерам: менее 50 мкм, от 50 до 100 мкм, от 100 до 200 мкм, от 200 до 300 мкм и от 300 до 400 мкм и строили кумулятивные кривые распределения частиц, по которым определяли показатели дисперсности образцов. Непосредственно на кривой определяли процентилю ( $dx$ ) – размер  $x$ , ниже которого находится определенное количество образца.

Выработку опытных образцов и исследования повторяли трехкратно. Математическую обработку данных выполняли с использованием программного обеспечения Windows 10.

Свежеприготовленные напитки с ячменем имели сладковатый молочный вкус с гармоничным зерновым привкусом, подобным вкусу кофе с молоком. Запах был приятным молочно-зерновым. Консистенция была однородной, без комочков. Напитки обладали светло-коричневым цветом, соответствующим ячменному напитку. Пищевая и энергетическая ценность напитков представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Пищевая и энергетическая ценность образцов ячменного напитка

| <b>Показатель</b>                                | <b>Значение показателя</b> |
|--|----------------------------|
| Массовая доля жира, %                            | 0,20                       |
| Массовая доля белка, %                           | 7,80                       |
| Массовая доля углеводов, %                       | 16,03                      |
| Массовая доля сухого молочного остатка (СМО), %  | 24,20                      |
| Энергетическая ценность (калорийность), ккал/кДж | 97 / 413                   |

Микрофотография образцов напитков на конец предполагаемого срока годности представлена на *рисунке 1*. При увеличении хорошо видна различная степень дисперсности частиц ячменного порошка в напитках.



Рисунок 1 - Микрофотография образцов напитка на конец предполагаемого срока годности

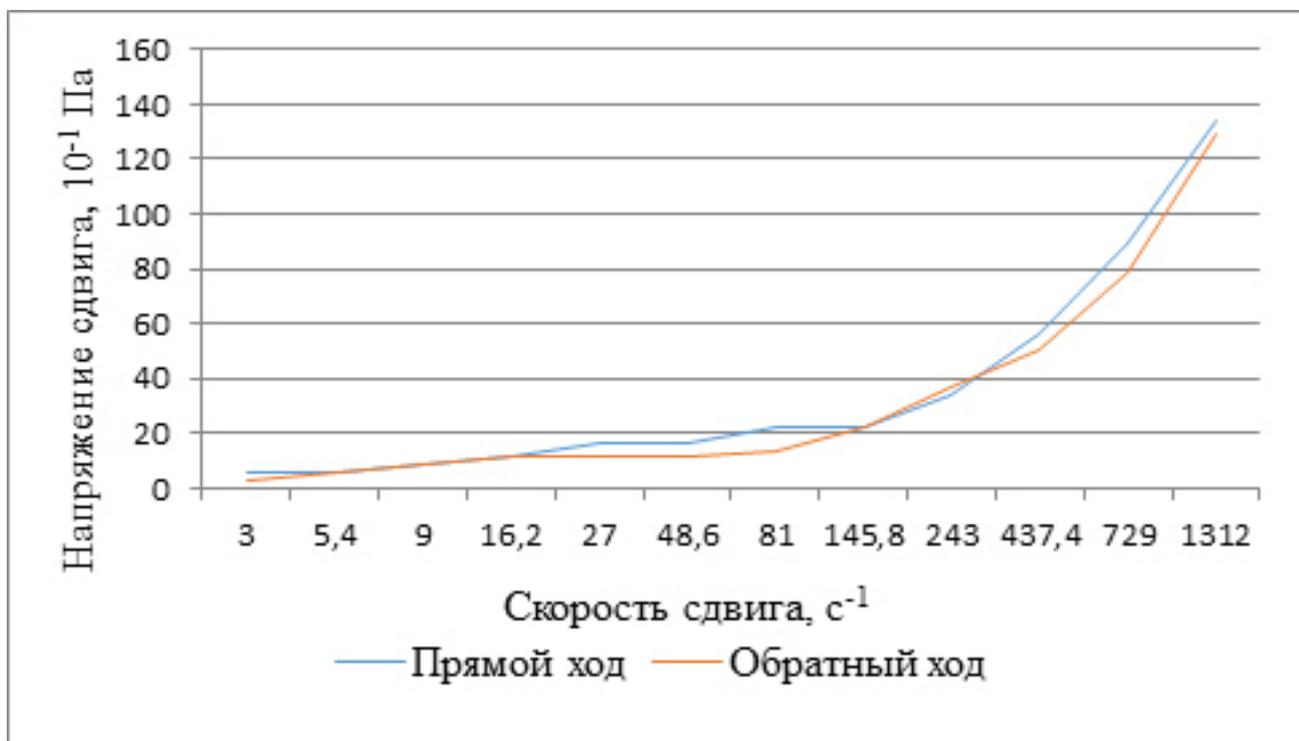
Расчетные размеры частиц ячменного порошка в напитках представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Расчетные размеры частиц ячменного порошка в напитке

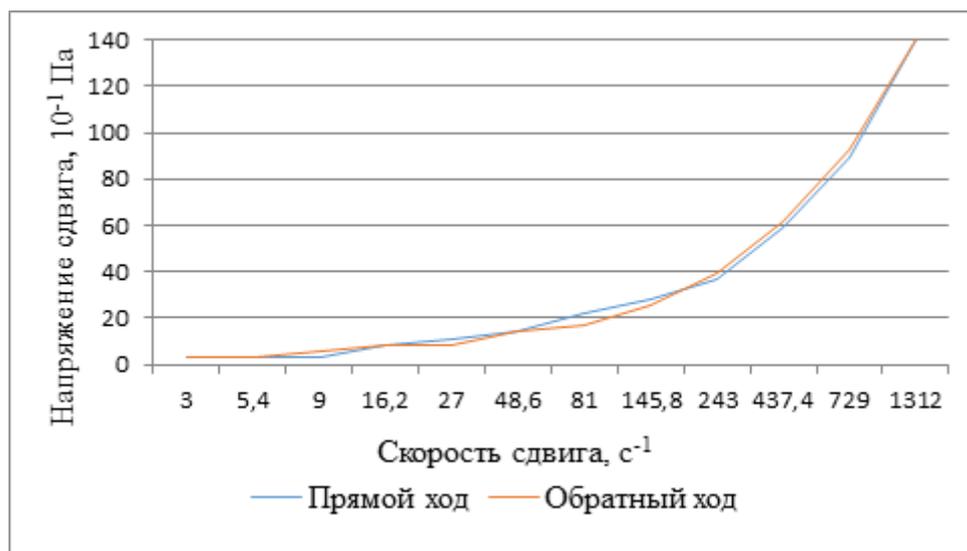
| Расчетные диаметры, мкм | Значения       |
|-------------------------|----------------|
| $d_{10'}$ , мкм         | $3,0 \pm 0,1$  |
| $d_{50'}$ , мкм         | $25,0 \pm 0,2$ |
| $d_{90'}$ , мкм         | $55,0 \pm 0,2$ |

Медианный диаметр частиц ячменного порошка в напитках, как видно в таблице 2, составил 25 мкм. Количество частиц ячменного порошка в напитках размером менее 3 мкм составляло 10 % и такое же количество частиц ячменного порошка в напитках имели диаметр более 55 мкм. Достигнутое диспергирование растительного ингредиента вполне достаточно, чтобы не давать нежелательных органолептических ощущений.

Показатели консистенции оценивали методами ротационной визкозиметрии. Кривые напряжения сдвига образцов сразу после изготовления и на 19-е сутки хранения при  $(4,0 \pm 2,0)$  □ показывают высокую стабильность структуры в момент приложения и снятия нагрузки (рис. 2).



а



б

Рисунок 2 - Реологические кривые напряжения сдвига в опытных образцах напитка свежеприготовленного (а) и после 19 дней хранения (б)

Испытание консистенции образцов на способность противостоять механическому разрушению после двухминутного воздействия показало, что к концу допустимого срока годности показатель потери вязкости снизился на 5 % по сравнению со свежеработанными образцами (рис. 3).



Рисунок 3 - Показатели устойчивости образцов к механическому воздействию

На рисунке 3 видно, что образцам было характерно полное восстановление структуры и сразу после изготовления, и после хранения при  $(4,0 \pm 2,0)$  °C в течение 19 суток. Несомненно, это следствие сочетания нескольких факторов, таких как высокое содержание сухих веществ и присутствие гидроколлоидов разной природы. По-видимому, в условиях эксперимента происходило усиление гидрофильных свойств и молочных белков, и полисахаридов ячменя. Подобные проявления синергизма всегда положительно сказываются на консистенции питьевых молочных продуктов [14]. Также немаловажное значение имело далекое от изоэлектрической точки казеина значение pH напитка. В свежеработанных образцах показатель pH был в пределах от 6,5 до 6,6, а в конце срока хранения – от 5,7 до 6,1.

Микробиологические исследования проводили с целью установления сроков хранения пастеризованного напитка. Посев на питательные среды Кесслер и КМАФАнМ проводили сразу после изготовления напитка, на 10 сутки, а также на 15 и 19 сутки хранения. Изменений по содержанию БГКП в образцах в процессе хранения не происходило. Количество МАФАнМ в свежеприготовленных напитках составляло  $1,1 \times 10^1$  КОЕ/см<sup>3</sup>. При хранении показатель КМАФАнМ увеличивался с  $3,7 \times 10^1$  КОЕ/см<sup>3</sup> на 10 сутки до  $6,5 \times 10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup> на 19 сутки. С учетом коэффициента резерва, рекомендуемого для скоропортящихся продуктов со сроком годности до 30 суток, который составляет 1,3 [15], предполагаемый срок хранения составил 15 суток.

По результатам микробиологических испытаний образцов продукта свежеприготовленных и на протяжении срока хранения общее количество микроорганизмов увеличилось на порядок, но оставалось в пределах норматива (не более  $1 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>), допускаемого Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» [9].

Итогом проведенной работы является рецептура низкожирного молочного напитка, обогащенного порошком ячменя в качестве заменителя кофе. Хорошие потребительские характеристики продукта позволяют использовать результаты проведенных исследований для дальнейшей разработки технологии и нормативной документации на низкожирный молочный напиток – заменитель кофе.

Материал подготовлен в рамках государственного задания FGMP-2022-0002.

### **Литература:**

1. Преимущества и недостатки кофейного напитка из ячменя (ячменного кофе) // PALISADE : сайт. – URL: <https://coffeefan.info/chto-takoe-yachmennuj-kofe.html>. (дата обращения 30.04.2022).

2. Полонский, В.И. Актуальные проблемы селекции ячменя / В.И. Полонский, А.В. Сумина // Проблемы современной аграрной науки : сб. трудов Междунар. науч. конф. (Красноярск, 15 октября 2010) // [отв. ред. Ж.Н. Шмелева]. – Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2010. – С. 52-58.

3. Wood, P.J., Structural studies of (1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucans by <sup>13</sup>C-nuclear magnetic resonance spectroscopy and rapid analysis of cellulose-like regions using high-performance anion-exchange chromatography of oligosaccharides released by lichenase / P.J. Wood, J. Weisz, B.A. Blackwell // Cereal Chemistry. – 1994. – No 71. – pp. 301-307.

4. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина – Санкт-Петербург: Профессия, 2003 – 403 с.

5. Грибкова, И.Н. Влияние  $\beta$ -глюкана на качество пива / И.Н. Грибкова, В.И. Козлов // Актуальные вопросы индустрии напитков : сб. науч. трудов. – М., 2018. – Вып. 2. – С. 42-44.

6. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации : официальное издание : утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой от 22.07.21. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с.

7. ГОСТ 33629-2015 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия. = Canned milk. Dry milk. Specifications : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2016-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2016 – 12 с.

8. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза 021/2011: [утв. решением Комиссии Таможенного союза № 880 9 декабря 2011 г.]: (с изм. и доп.). – Доступ из справ.-правовой системы Гарант.

9. О безопасности молока и молочной продукции: Технический регламент Таможенного союза 033/2013: [принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии № 67 9 октября 2013 г.]: (с изм. и доп.). – Доступ из справ.-правовой системы Гарант.

10. ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа = Milk and milk products. Methods of microbiological analysis : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2015 – 25 с.

11. ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности = Milk and dairy products. Method of pH determination : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2015 – 15 с.

12. Косой, В.Д. Реология молочных продуктов. Полный курс / В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, М.Ю. Меркулов – Москва: Пищевая промышленность, 2010. – 828 с.

13. Rawle, A. The Basic Principles of Particle Size Analysis / A. Rawle // Coatings Journal. – 2003. - No 86(2). – pp. 58-65.

14. Новокшанова, А.Л. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья : специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания» : дис. ... д-ра технич. наук / А.Л. Новокшанова; ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского». – М., 2019. – 487 с.

15. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004, 31 с.

## References:

1. Preimushchestva i nedostatikofeynogonapitka iz yachmenya (yachmennogokofe). Available at: <https://coffeefan.info/chto-takoe-yachmennyyj-kofe.html> (accessed 30 April 2022)

2. Polonskiy V.I., Sumina A.V. Actual problems of barley breeding. Trudy Mezhdunarodnoynauchnoykonferentsii "Problemysovremennoy agrarnoy nauki"[Proc. of the International Scientific Conference "Problems of modern agrarian science"]. Krasnoyarsk, 2010, pp. 52-58.

3. Wood P.J., Weisz J., Blackwell B.A. Structural studies of (1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucans by  $^{13}$ C-nuclear magnetic resonance spectroscopy and rapid analysis of cellulose-like regions using high-performance anion-exchange chromatography of oligosaccharides released by lichenase. Cereal Chemistry, 1994, no.71, pp. 301-307.

4. Meledina T.V. Syr'yeivspomogatel'nyyematerialyvpivovarenii[Raw materials and auxiliary materials in brewing]. Saint-Petersburg, 2003, 403 p.

5. Gribkova I.N., Kozlov V.I. The influence of  $\beta$ -glucan on the quality of beer. Trudy nauchnoykonferentsii "Aktual'nyyevoprosyindustrii napitkov"[ Proc. of the Conf. "Topical issues of the beverage industry"].

Moscow, 2018, no. 2, pp. 42-44.

6. Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii. Metodicheskiye rekomendatsii [Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Methodological recommendations]. Moscow, 2021. 72 p.

7. State Standard 33629-2015. Canned milk. Dry milk. Specifications. Moscow, Standartinform Publ., 2016. 12 p. (in Russian)

8. O bezopasnosti pishchevoy produktsii: Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza 021/2011 [On food safety: Technical Regulation of the Customs Union 021/2011]. Available at: [dostup iz sprav.-pravovoy sistemy "Garant"](#).

9. O bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii: Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza 033/2013 [On the safety of milk and dairy products: Technical Regulation of the Customs Union 033/2013]. Available at: [dostup iz sprav.-pravovoy sistemy "Garant"](#).

10. State Standard 32901-2014. Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. Moscow, Standartinform-Publ., 2015. 25 p. (in Russian)

11. State Standard 32892-2014. Milk and dairy products. Method of pH determination. Moscow, Standartinform-Publ., 2015. 15 p. (in Russian)

12. Kosoy V.D., Dunchenko N.I., Merkulov M.YU. Rheology of dairy products. Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], Moscow, 2010. 828 p.

13. Rawle A. The Basic Principles of Particle Size Analysis. Coatings Journal. 2003, no 86(2), pp. 58-65.

14. Novokshanova A.L. Razrabotka nauchnykh printsipov sozdaniya produktov sportivnogopitaniya na osnovemolochnogoy syr'ya. Doct. Diss. [Development of scientific principles for the creation of sports nutrition products based on dairy raw materials. Dokt. Diss.]. Moscow, 2019. 487 p.

15. Sanitarno-epidemiologicheskaya otsenka obosnovaniya srokov godnosti i usloviy khraneniya pishchevykh produktov. MUK 4.2.1847-04. Moscow, Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii Publ., 2004, 31 p.

## Technological compatibility of dairy and vegetable raw materials in the creation of a drink replacing coffee

Ababkova Anna Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, chemical engineer

e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Joint-Stock Company «Educational and Experimental Dairy Plant” of the Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin»

Novokshanova Alla L’vovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, leading Researcher

e-mail: novokshanova@ion.ru

Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology»

Matveyeva Nataliya Olegovna, postgraduate student, the Department of Milk and Dairy Products Technology

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

**Keywords:** drinking milk drink, coffee drink, skimmed milk powder, barley powder, jerusalem artichoke syrup.

### Abstract

The article proves the relevance and reasonability of producing a low-fat milk drink enriched with barley powder as a coffee substitute. Due to the high nutritional value and the absence of caffeine properties, the resulting product can be recommended for direct consumption by all groups of the population, including in the nutrition system of children’s and sanatorium institutions. The object of the study was prototypes of a milk drink. Skimmed milk powder was used as a base after recovery. To give the coffee taste to the drink, barley powder was used in an amount of 7%. Jerusalem artichoke syrup in the amount of 4% was used as an additional source of carbohydrates. Microscopy of beverage samples investigated the dispersion of the cereal component in dairy raw materials. The method of rotational viscometry revealed a complete restoration of the structure after mechanical destruction and an improvement in the loss of viscosity in the samples after cold storage compared with the samples immediately after receipt. The shelf life of the drink is determined by the method of microbiological analysis.

# Промышленное сыроделие Беларуси. Предприятие СООО «Белсыр»

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

Минаков Василий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

e-mail: minak67@mail.ru

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

Левкин Евгений Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой агробизнеса

e-mail: onegin117@mail.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:** производство сыра, ассортимент, молоко-сырьё, экономика производства.

## Аннотация

Представленные результаты исследований по развитию сыродельческой отрасли Беларуси и производству сыров в ведущем промышленном предприятии отрасли СООО «Белсыр»

свидетельствуют о значительных перспективах межгосударственного взаимодействия Беларуси и Российской Федерации. При этом разработка стратегического партнёрства производителей сыра в Республике Беларусь и направленность основных ориентиров рыночной реализации востребованной пищевой продукции в Российской Федерации свидетельствуют о сформированной социокультурной и производственно-экономической взаимосвязи близких по духу народов, населяющих отмеченные государства.

#### Введение

Сыр – замечательный пищевой продукт, получаемый в процессе сыроделия, включаемый в традиционную и новую социально-производственную культуру всего населения нашей планеты. Производственно-экономические особенности сыра тесно взаимодействуют с созданием агрокластеризационной системы сельскохозяйственного производства молока-сырья, его эффективной промышленной переработки и, в конечном итоге, реализации получаемой продовольственной агропродукции с использованием различных видов маркетингово-логистических схем и торговли [1–7, 10–25]. В связи с этим представленные на обсуждение материалы исследований сыроделия в Беларуси и производственной деятельности конкретного производителя сыра ООО «Белсыр», как одного из самых крупных «игроков» на внутрибелорусском и международном рынках, являются актуальными, затрагивающими непосредственный интерес значительного количества товаропроизводителей сыра, частных торговых компаний и фактических потребителей сыра.

#### Цели и задачи исследований

Основная цель исследований заключалась в изучении количественных и качественных параметров сыроделия в Республике Беларусь при изучении общей статистической и конкретной производственно-экономической информации. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: производилось изучение данных государственной статистики по производству и товародвижению сыра в Беларуси и за её пределами; изучались производственные показатели сыродельческого направления в специализированном и очень крупном предприятии ООО «Белсыр»; осуществлялась обработка полученных данных, их анализ и интерпретация.

#### Материал и методы исследований

Исследования проводились в 2016–2020 гг. при изучении статистических показателей (данных государственной статистики Республики Беларусь) производства сыра и в 2018–2020 гг. при производственных исследованиях производственно-экономической

деятельности мощнейшего в Беларуси предприятия, занимающегося производством различных сортов и видов сыра СООО «Белсыр». Исследования включали наблюдения и учёты, анализ полученной информации. Методика исследований общепринятая. Методологическая база исследований включала использование методов сравнения, логического, синтеза, прикладной математики.

#### Результаты исследований

Промышленное сыроделие Беларуси представлено 34 крупными предприятиями по переработке молока-сырья, занимающимися производством различных видов и наименований сыров. Среди этих предприятий особенно выделяются по мощности производства, товарообороту, качеству производимой пищевой продукции (сыра) следующие: ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Верхнедвинский маслодельно-сыродельный завод», Браславский филиал ОАО «Глубокский молочно-консервный комбинат», ОАО «Березовский сыродельный комбинат», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», СООО «Белсыр» и другие [5, 6].

Изучение основных производственно-экономических показателей производства и реализации (товародвижения) сыра в Беларуси представлено в *таблице 1*.

Таблица 1 – Важнейшие производственно-экономические показатели сыроделия Беларуси\*, т

| Анализируемые показатели                | Годы исследований |        |        |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|
|   | 2016              | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
| Объёмы производства молока-сырья, млн т | 7,140             | 7,321  | 7,345  | 7,394  | 7,765  |
| Производство сыров (кроме плавленых)    | 191400            | 193400 | 203200 | 243900 | 270700 |
| Запасы на начало года                   | 9522              | 7893   | 10887  | 8044   | 10105  |
| Импорт                                  | 2286              | 2128   | 2648   | 3170   | 3705   |
| Страны СНГ                              | 1317              | 1142   | 1449   | 1582   | 1716   |
| Страны вне СНГ                          | 969               | 986    | 1 199  | 1 588  | 1 989  |
| Итого ресурсов                          | 209614            | 210084 | 223734 | 262479 | 291282 |
| Потреблено в Республике Беларусь        | 54915             | 66720  | 66457  | 87147  | 96691  |
| Экспорт                                 | 146806            | 132477 | 149233 | 165227 | 182570 |
| Страны СНГ                              | 146790            | 132277 | 149173 | 165172 | 182516 |
| Страны вне СНГ                          | 16                | 200    | 60     | 55     | 54     |
| Запасы на конец года                    | 7893              | 10887  | 8044   | 10105  | 12021  |

\* Составлено по [1, 12, 14] и собственным расчётам.

Из таблицы 1 видно, что Белорусское сельское хозяйство, представленное главным образом крупнотоварными производителями, характеризуется постепенным наращиванием объёмов производства молока-сырья за годы исследований. Так, в 2016 г. объём производимого товарного молока составил 7 млн 140 тыс. т, в последующие годы происходило постепенное, но неуклонное увеличение его производства, и в 2020 г. молока-сырья было произведено уже 7 млн 765 тыс. т, что показывает рост на 8,8 %. Имея такие большие объёмы молока-сырья, белорусские производители-переработчики молока отдавали себе отчёт в том, что столь значительное, энергоресурсоэкономное производства важнейшего и востребованного во всём мире компонента для производства ещё более востребованной и очень нужной людям пищевой продукции будет способствовать поэтапному наращиванию объёмов производства традиционных, сложнокомпонентных, диетических и других продуктов питания, пользующих повышенным спросом в соседней России, обладающей (по сравнению с внутренним рынком Беларуси) чрезвычайно большим рынком потребления. Всё это способствовало в конечном итоге рождению, обновлению и становлению отрасли молочной переработки и промышленного сыроделия. Производство сыров (кроме плавленых, которые заслуживают отдельного, обстоятельного обсуждения) в Беларуси за 2016 г. составило 191400 т, постепенно возрастая за годы исследований, достигая своего наибольшего значения в 2020 г. – в количестве 270700 тонн (прирост на 41,4 %). Однако, исходя из анализа таблицы, становится очевидным, что наращивание производства сыров – это только одна сторона «медали», вторая же – есть фактическое потребление внутри страны и реализация на экспорт. Из таблицы также видно, что самыми большими потребителями сыров из Беларуси являются страны Содружества Независимых Государств (СНГ), среди которых именно в Российскую Федерацию поставляется наибольшее количество сыров. Изучение сформировавшихся складских запасов сыра на начало и на конец года отображает определённые напряжения в реализации продукции и некоторые другие факторы производственно-сбытовой деятельности промышленных и торговых предприятий.

На особом счету в Беларуси находится промперерабатывающее (молокоперерабатывающее) предприятие СООО «Белсыр», специализирующееся на работе с «длинными деньгами», которое ориентировано исключительно на реализацию своей продукции только на внутреннем рынке в Республике Беларусь и в Российскую Федерацию. СООО «Белсыр» – частный сыродельный завод, расположенный в Калинковичах. За свою 16-летнюю историю пережил смену учредителей,

собственников и инвесторов. Предприятие было создано усилиями ОАО «Румянцевское» и бизнесмена из Польши Вацлава Пончека. Но в 2012 году долю польского предпринимателя выкупила российская компания, подконтрольная смоленскому бизнесмену Алексею Савчуку, инвестировав в производство и модернизацию свои средства. Сегодня завод есть совместное белорусско-российское предприятие с участием партнеров из Брянской области. Продукция предприятия СООО «Белсыр» в настоящее время успешно продается во многих регионах России, от Смоленска до Новосибирска.

В планах развития предприятия – расширение производства, строительство еще одного приемно-аппаратного участка с объемом приема не менее 200 тонн молока ежедневно. Два года назад начала работу новая лаборатория с самым современным оборудованием, расширен участок созревания сыров, установлены линии по переработке сыворотки и сливок, смонтированы и включились в производственный процесс новые котлы-сыроизготовители в производственном цеху. С учетом этого мощности переработки возросли до 240 тонн молока в сутки, объемы производства сыра поднялись в 3 раза, а это при полной загрузке составляет 24 тонны сыра ежедневно.

Сегодня здесь производят 40 наименований полутвердого и твердого сыров российской («Царский», «Российский») и голландской групп («Гауда», «Тильзитер»), а также элитные, выдержанные сроком созревания 6, 12 и 18 месяцев («Пармезан»), которые успешно реализуются под торговыми марками «Славяна» и Danke.

В декабре 2021 г. третий год подряд предприятию СООО «Белсыр» была вручена престижная Республиканская премия «Лидер потребительского рынка».

Предприятие специализируется на выпуске сыров твердых и полутвердых и изначально создавалось для насыщения рынка нашей республики данной продукцией, только часть планировалось экспортировать на Российский рынок. Однако уже за несколько лет работы сыры СООО «Белсыр» Белорусского производства зарекомендовали себя, как высококачественный продукт и в данное время экспорт составляет 90 % от всего объема производства.

В целях расширения ассортимента и переработки сливок, полученных от нормализации, возникла необходимость в реконструкции совместного общества с ограниченной ответственностью «Белсыр». Строительство цеха производства сливочного масла и плавленых сыров решает многие производственные проблемы: в плане переработки сливок, полученных от нормализации сырной смеси на масло сливочное и переработки сыра твердого с отклонениями по физико-химическим

показателям, деформацией сырных головок. Реконструкция цехов проводится согласно плановому и техническому заданию.

Основные производственно-экономические показатели ООО «Белсыр» представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Основные производственно-экономические показатели ООО «Белсыр» за годы исследований

| Показатели   | Ед. изм. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2020 г. в   |       |
|--|----------|---------|---------|---------|-------------|-------|
|  |          |         |         |         | % к 2018 г. |       |
| Поступило и переработано молока в зачетном весе (без учёта сверхдоговорных поставок) | тонн     | 58200,0 | 63380,0 | 67154,0 | 115,4       |       |
| Произведено: сыр полутвердый и твердый   | тонн     | 7013,0  | 7482,4  | 8360,1  | 123,06      |       |
| в т.ч. полутвердые: сыр Голда  | тонн     | 3478,9  | 3280,2  | 2465,5  | 70,9        |       |
| сыр Эдам   |          | 2790,0  | 1868,4  | 2132,3  | 76,4        |       |
| сыр Сливочный  |          | 173,9   | 148,5   | 135,7   | 78,0        |       |
| твердые: сыр Баваровский   |          | 54,0    | 13,5    | 54,1    | 100,2       |       |
| сыр Пошехонский  |          | 86,9    | 78,2    | 29,9    | 34,4        |       |
| сыр Костромской  |          | 37,2    | 26,8    | 23,5    | 17,1        |       |
| сыр Российский молодой   |          | 10,0    | 40,1    | 40,5    | 405,0       |       |
| сыр Пармезан   |          | 100,3   | 1010,0  | 1130,4  | >11,3 раза  |       |
| сыр Герцог   |          | 76,7    | 159,6   | 577,3   | >7,5 раза   |       |
| сыр Гауда-Премьер  |          | 10,0    | 10,0    | 43,0    | 430,0       |       |
| сыр Гауда-Голд   |          | 100,3   | 180,5   | 649,8   | >6,5 раза   |       |
| сыр Голландский новый  |          | 10,0    | 510,0   | 848,6   | >84,9 раз   |       |
| сыр Король Эдвин   |          | 10,0    | 10,0    | 20,0    | 200,0       |       |
| Прочие виды сыров  |          |         | 114,8   | 146,6   | 209,5       | 182,5 |
| Среднесписочная численность работников   |          | чел.    | 179     | 212     | 221         | 123,5 |

Анализируя таблицу 2, видно, что в 2020 году поступило из сырьевых зон и переработано молока 67154 тонны (без учёта сверхдоговорных поставок, являющихся внутрипроизводственной, коммерчески секретной информацией), что больше, чем в 2018 году на 8954 т, то есть на 15,4 %. При этом заводоуправлением были сформированы сырьевые зоны ООО «Белсыр» по которым закупки молока-сырья осуществляются в 18-ти хозяйствах Калинковичского, Петриковского, Житковичского,

Речицкого и других районов.

В Калинковичском районе 8 молочно-товарных ферм, большинство которых имеют оборудованные лаборатории. В хозяйствах района имеется всего 13 единиц холодильного оборудования. Доставка молока от хозяйств и населения предприятием осуществляется преимущественно собственным транспортом. Радиус доставки молока до перерабатывающего предприятия в среднем составляет 30–40 км.

В Петриковском районе 17 молочно-товарных ферм. Хозяйства имеют всего 24 единицы холодильного оборудования. Молоко доставляется от хозяйств и населения преимущественно (около 30 %) центровывозом, а остальную часть – транспортом СООО «Белсыр». По району радиус доставки молока на филиал составляет в среднем 45 км.

В Житковичском районе 3 молочно-товарные фермы. Хозяйства имеют 4 единицы холодильного оборудования. Молоко на производство доставляется транспортом СООО «Белсыр». Радиус доставки молока – 45–50 км.

В Речицком районе всего 1 молочно-товарная ферма. Хозяйство имеет 2 единицы холодильного оборудования. Молоко для переработки доставляется центровывозом.

Из молока, полученного для переработки на СООО «Белсыр», произведено 40 наименований сыров (в таблице представлены основные 13 наименований), среди которых наибольший удельный и фактический вес имеют полутвёрдые жирные сыры Голда и Эдам с соответствующими показателями производства по разным годам исследований в 3478,9–2465,5 т и 2790,0–2132,3 т. Характерное уменьшение объёмов производства по ведущим видам сыра достигло по сыру Голда 29,1 %, по сыру Эдам 23,6 %, что не помешало потребителям внутреннего Белорусского и внешнего – Российского рынка отобразить отношение к данным наименованиям сыра как характеризующимся чрезвычайно большой популярностью. Тем не менее, завод СООО «Белсыр», его финансово-экономическая служба, отделы производства, маркетинга и сбыта, а также высший менеджмент предприятия предприняли определённые шаги к диверсификации производства, увеличению ассортимента перечня производимой продукции (мощности завода, самое современное технологическое оборудование, используемое в производственном процессе производства, позволяющих производить 100 различных наименований сыра), позволяющего предложить потребителям широкий спектр пищевой продукции самого высокого качества, удовлетворяющего не только обыденный (ежедневный пищевой) интерес, но и элитарные потребности населения – в традиционной кухне, на различные обрядовые мероприятия, праздники.

Анализ таблицы 2 показывает также, что процесс промышленного сыроделия СООО «Белсыр» характеризуется постоянным движением, динамикой изменения объёмов производства различных наименований сыров. Причём, характерные «шараханья» в производстве имеют разные причины, не только чисто рыночные, по которым вся без исключения продукция предприятия пользуется ажиотажным спросом, но и производственные, когда происходит очередная реконструкция предприятия, связанная с вынужденным на год-два снижением производства отдельного вида продукции в целом. Кроме того, что особенно необходимо подчеркнуть, на предприятии наблюдался за годы исследований значительный рост (в разы) производства следующих наименований сыров: сыр Пармезан (рост в 11,3 раза), сыр Герцог (в 7,5 раза), сыр Гауда-Голд (в 6,5), сыр Голландский новый (увеличение производства в 84,9 раза, то есть с производства пробной партии в 2018 году в количестве 10,0 т – до 848,6 т – в 2020 году. Наблюдается также очевидное увеличение производства прочих наименований сыров с ростом производства на 82,5 %, что позволяет определить их нишу на рынке, предпочтения потребителя и, что также не маловажно – создать предпосылки к оптимизации производственно-технологического процесса выработки продукции. Практически все отмеченные сыры производятся по лицензионным соглашениям с оригинаторами патентного права, с приглашением иностранных специалистов из Голландии и других стран для осуществления консультаций, обучения персонала, настойки оборудования, получения пробных партий и сертификации полученной продукции.

Ещё одной характерной особенностью предприятия СООО «Белсыр» является то, что оно ещё не так давно (в 2009 г.) находилось в убыточном состоянии и показывало отрицательную рентабельность производства в (-9,0 %), в настоящее время по результатам 2020 г. уровень рентабельности производства достиг в среднем по предприятию 8,3 %, характеризуя значительные производственно-технологические, экономические и другие предпосылки, способствующие общей успешной производственной деятельности. Среди таких предпосылок необходимо акцентировать особенное внимание на качестве поступающего на переработку молока-сырья.

Качество поступившего молока на СООО «Белсыр» представлено в *таблице 3*.

Таблица 3 – Качество и количество поступившего молока на СООО «Белсыр»

| Сорт<br>молока  | Годы    |      |         |      |         |      | 2020 г. в %<br>к 2018 г. |
|---|---------|------|---------|------|---------|------|--------------------------|
|   | 2018    |      | 2019    |      | 2020    |      |                          |
|   | тонн    | %    | тонн    | %    | тонн    | %    |                          |
| Экстра  | 27819,6 | 47,8 | 33528,0 | 52,9 | 42575,6 | 63,4 | 153,0                    |
| Высший  | 8788,2  | 15,1 | 10394,3 | 16,4 | 4499,3  | 6,7  | 51,2                     |
| Первый  | 21592,2 | 37,1 | 19457,7 | 30,7 | 20079,1 | 29,9 | 93,0                     |
| Всего   | 58200,0 | 100  | 63380,0 | 100  | 67154,0 | 100  | 115,4                    |
| Примечание. Ежедневная переработка в среднем 100 т молока-сырья, летом 260 т/сутки. |         |      |         |      |         |      |                          |

Анализируя таблицу 3 видно, что значительное количество из поступающих объемов молока в 2018 г. было сорта экстра (27819,6 т), что составило 47,8 % от годового поступления молока (без учёта сверхдоговорных поставок), однако в этом году наблюдалось значительное поступление молока-сырья первого сорта (37,1 %), производство сыра из которого значительно уступает по выходу готового продукта и другим производственно-экономическим показателям. Вместе с тем более жёсткий подход СООО «Белсыр» к формированию сырьевых зон, к требованию к сырью, по которому введение поправки К1 в СТБ 1598-2006 с 01.01.2008 г. и последующим элементам стимулирования производства молока более высокого качества, через государственную регуляцию закупочных цен на молоко-сырьё различных сортов. позволило осуществить текущую настройку базы молочного скотоводства для получения высококачественного молока на фермах и комплексах [7, 8]. Для улучшения качества поступающего на переработку СООО «Белсыр» молока-сырья хозяйствам и сельским исполкомам сырьевой зоны от предприятия постоянно оказывается помощь в приобретении фильтрующих материалов, моющих и дезинфицирующих средств, санитарного инвентаря и одежды, лабораторного инвентаря и реактивов, приборов для проведения анализов молока, а также в обеспечении нормативной документацией и обучении лаборантов. Производится реальная финансовая помощь и поддержка в приобретении минеральных удобрений, семян высоких репродукций кормовых агрокультур, осуществлении производственных обучающих семинаров.

Характерной особенностью СООО «Белсыр» является то, что при необходимости предприятие может работать не только в две смены, но и замкнуть суточный цикл и осуществлять производство – в три смены. Молочные продукты здесь изготавливаются из натурального сырья без добавления консервантов.

Анализ экономической деятельности СООО «Белсыр» показывает,

что наиболее рентабельным является производство лицензионных сыров Голда и Эдам, которые в основном реализуются в Российскую Федерацию. Производство сыров Сливочного и Костромского низко рентабельно. Это связано с более длительным технологическим процессом и сроками созревания сыров, меньшим спросом. Низкая рентабельность при производстве сыра является следствием увеличения закупочных цен на сырье, при этом цена на сыр увеличивается довольно медленными темпами.

Основные причины недополучения прибыли на предприятии СООО «Белсыр» для наглядности представлены в рисунке.

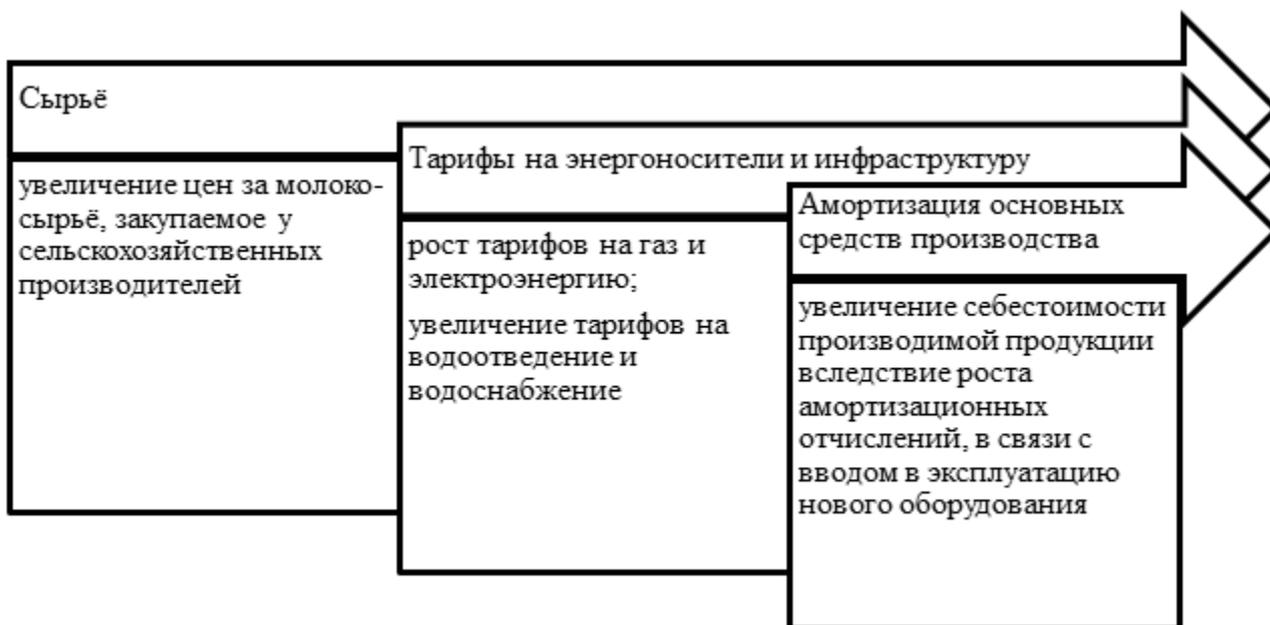


Рисунок 1 - Важнейшие причины уменьшения прибыли на предприятии СООО «Белсыр» (составлено по [2, 4, 5, 9, 14, 16–18, 22, 24] и новым собственным исследованиям)

Решение данных проблем (рисунок) на предприятии СООО «Белсыр» осуществляется разными способами, включая экономию издержек, стимулирование производительности труда, использование высокотехнологичных средств производства и включение в производственный процесс производства достижений научно-технического прогресса – через использование комплекса инвестиций в основной капитал (таблица 4).

Таблица 4 – Использование инвестиций в основной капитал СООО «Белсыр», тыс. руб.

| Освоено инвестиций по состоянию на 01.01.2021 г. |                      |               | Факт за 2018 г. | Факт за 2019 г. | Факт за 2020 г. | Динамика изменения 2018 г.к 2020 г., % | Прогноз 2021 г., % |
|--|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--------------------|
| всего  | собственные средства | кредиты банка |                 |                 |                 |  |                    |
| 98943,2  | -                    | 6078,0        | 2004,1          | 2298,0          | 1775,9          | 88,6                                   | 74,8               |
|  | 3816,3               | -             | 1009,5          | 1004,7          | 3816,3          | 378,0                                  | 495,3              |
| Итого  | 3816,3               | 6078,0        | 3013,6          | 3302,7          | 5592,2          | 185,6                                  | 215,7              |

Изучение данных таблицы 4 показывает, что для предприятия СООО «Белсыр» характерна инвестиционная направленность совершенствования процессов производства. Так, на 01.01.2021 г. общая сумма инвестиций составила 6 млн 78 тыс. руб. BUR(2,125 млн €). Однако, если в 2018 г. среди кредитов преобладали заёмные банковские средства (в размере 2004,1 тыс. руб.), а собственные составляли только 1009,5 тыс. руб. (50,4 %), то постепенно доля собственных средств предприятия СООО «Белсыр» увеличивалась, и к 2020 г. общий объём заёмных средств сократился на 11,4 %, а доля собственных средств увеличилась почти в четыре раза и достигла 3816,3 тыс. руб. Кроме того, наблюдается общий рост инвестиционной составляющей развития предприятия за годы исследований, составивший 85,6 %, с прогнозным ростом на 2021 год до уровня, превышающего два раза. Проводимое на предприятии техническое перевооружение одновременно с ростом производительности предусматривает улучшение качества продукции, что даёт возможность нарастить объёмы продукции, расширить ее ассортимент, снизить издержки и, как следствие, улучшить все показатели финансово-хозяйственной деятельности.

#### Заключение

Таким образом, представленное только в общих чертах сыроделие Беларуси и ведущее сыродельческое предприятие Республики СООО «Белсыр» характеризуют собой основные тенденции развития сыроделия, показывают его проблемы и перспективы, особенно подчёркивая важность развития данного направления производства, исключительный не только рыночный, но и социокультурный интерес близких по духу, быту, образу жизни и единомыслию народов Беларуси и Российской Федерации.

Предложения производству. Необходимо осуществлять всевозможную юридическую, социальную и административную поддержку таким важным начинаниям производственно-экономического взаимодействия государственно-частного партнёрства при производстве

и реализации востребованной на рынке пищевой продукции. Расширить использование показанного опыта производственного развития. Не жалеть слов благодарности для больших предпринимателей и маленьких частных компаний, способствующих развитию межгосударственных социальных, культурных и экономических связей между народами Беларуси и России.

### Литература:

1. Балансы товарных ресурсов Республики Беларусь: стат. сб. 2021 / председатель ред. колл. И.В. Медведева. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 59 с.
2. Бычков, Н.А. Агрохолдинги: проблемы функционирования и пути их решения / Н.А. Бычков // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 65–69.
3. Вопросы развития производства функционально необходимых ингредиентов для производства сыров / Е. В. Топникова [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 2. – С. 47–52.
4. Карпенко, В.М. Рынок молока Республики Беларусь: факторы и перспективы / В.М. Карпенко, Е.Д. Кривёнок // Труды БГТУ. – 2020. – Серия 5. – № 2. – С. 91–96.
5. Каталог предприятий Беларуси: Молочная промышленность / Бизнес-портал REESTR.BY, 2021. – URL: <http://reestr.by/vse.html?catid=79> (дата доступа 24.12.2021).
6. Климова, М.Л. Сыродельная отрасль Республики Беларусь в контексте глобальных изменений / М.Л. Климова // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – № 3. – С. 4–9.
7. Лещиловский, П.В. Конкуренция и эффективность региональных форм хозяйствования / П.В. Лещиловский, Г.В. Хаткевич // Сборник докладов 53-й Междунар. науч.-технич. конф. преподавателей и студентов. – Т. 1. – Витебск : ВГТУ, 2020. – С. 191–193.
8. Молоко коровье сырое. Технические условия / СТБ 1598-2006 // отв. за вып. Н.А. Баранов. – Минск :БелГИС, 2015. – 17 с. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293739/4293739850.pdf> (дата доступа 25.12.2021).
9. Молоко коровье. Требования при закупках: введено в действие постановление Госстандарта Республики Беларусь от 19.11.2007 г. № 57 / отв. за вып. В.Л. Гуревич. – Минск: БелГИС, 2006. –21 с. – URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/belarus/vet/stb1598-2006.pdf> (дата доступа 24.12.2021).
10. Обновление основного капитала. Инновации. Инвестиции. Организационно-экономический механизм : монография / Г.А.

Александров [и др.]. – Москва : Креативная экономика, 2018. – 326 с.

11. Оноприйко, А.В. Сыроделие на мини-заводах и специализированных модулях : монография / А.В. Оноприйко, В.А. Оноприйко. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2004. – 163 с.

12. Остроухова, И.Л. Формирование вкусового профиля голубых сыров / И.Л. Остроухова, В.А. Мордвинова // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 1. – С. 115–127.

13. Паратипические особенности агротехнологического совершенствования производства молока в условиях ОАО «Новая Припять» Столинского района / М.В. Базылев [и др.] // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : науч.-практ. журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54. – Вып. 3. – С. 67–73.

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

15. Результаты научно-практического поиска внутрихозяйственных резервов производства молока в условиях КСУП «Велетин» Хойникского района / М. В. Базылев [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 3. – С. 16–21.

16. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. 2021 / председатель ред. колл. И.В. Медведева. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь; Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, 2021. – 179 с.

17. Современные проблемы повышения эффективности функционирования АПК: вопросы теории и методологии / В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2018. – 138 с.

18. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2021 / председатель ред. колл. И.В. Медведева. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 407 с.

19. Структурно-инвестиционная политика в целях обеспечения экономического роста в России: монография / под науч. ред. акад. В.В. Ивантера. – М.: Научный консультант, 2017. – 196 с.

20. Храмцов, А.Г. Реализация феномена молочной сыворотки в технологической платформе индустрии питания / А.Г. Храмцов // Индустрия питания. – 2017. – № 3. – С. 23–29.

21. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки : монография / А.Г. Храмцов. – Санкт-Петербург : Профессия, 2011. – 802 с.

22. Эшер, Д. Искусство натурального сыроделия / Д. Эшер. – М.: Э, 2017. – 320 с.

23. Эффективность производства полутвердых сыров в зависимости от качества молока. Ч. 2 / М.В. Базылев [и др.] // Электронный периодический рецензируемый научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». – 2021. – № 97. – С. 68–76.

24. Яшкин, А.А. Современные подходы к применению микробной трансглутаминазы в сыроделии (аналитический обзор) / А.А. Яшкин // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 1. – С. 98–113.

25. Johnson, M.E. Major Technological Advances and Trends in Cheese / M.E. Johnson, J.A. Lucey // Journal of Dairy Science. – 2006. – Vol. 89. – Iss. 4. – Pp. 1174–1178.

### References:

1. Balansy tovarnyh resursov Respubliki Belarus': statisticheskij sbornik, 2021 / Predsedatel' redakcionnoj kollegii I. V. Medvedeva. [Balances of commodity resources of the Republic of Belarus: statistical collection, 2021 / Chairman of the editorial board I. V. Medvedeva]. Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2021, 59 p.

2. Bychkov, N. A. Agroholdingi: problemy funkcionirovaniya i puti ih resheniya. [Agricultural holdings: problems of functioning and ways to solve them]. Nashe sel'skoe hozyajstvo. [Our agriculture], 2018, no. 1, pp. 65–69. (in Russian)

3. Voprosy razvitiya proizvodstva funkcional'no neobhodimyh ingredientov dlya proizvodstva syrov. [Issues of development of the production of functionally necessary ingredients for the production of cheeses]. Molochnaya promyshlennost'. [Dairy industry], 2021, no. 2, pp. 47–52. (in Russian)

4. Karpenko, V. M. The milk market of the Republic of Belarus: factors and prospects. Trudy BGTU. [Proceedings of BSTU], 2020, Series 5, no. 2, pp. 91–96.

5. Catalog of enterprises in Belarus: Dairy industry [Electronic resource] / Business portal REESTR.BY, 2021. Available at: <http://reestr.by/vse.html?catid=79>. – Access date: 12/24/2021.

6. Klimova, M. L. Cheese-making industry of the Republic of Belarus in the context of global changes. Syrodellie i maslodellie. [Cheese-making and butter-making], 2020, no. 3, pp. 4–9. (in Russian)

7. Leshchilovskiy, P.V. Competition and efficiency of regional forms of management. Sbornik dokladov 53-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii prepodavatelej i studentov. [Collection of reports of the 53rd International Scientific and Technical Conference of Teachers

and Students]. Т. 1. Vitebsk: VSTU, 2020, pp. 191–193.

8. Raw cow's milk. Specifications [Electronic resource] / STB 1598-2006 // Responsible for the issue N. A. Baranov // Minsk: BelGIS, 2015, 17 p. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293739/4293739850.pdf>. – Access date: 12/25/2021.

9. Cow's milk. Procurement requirements [Electronic resource] / The Decree of the State Standard of the Republic of Belarus dated November 19, 2007 No. 57 was put into effect // VL Gurevich, responsible for the issue. - Minsk: BelGIS, 2006, 21 p. Available at: <https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/belarus/vet/stb1598-2006.pdf>. – Access date: 12/24/2021.

10. Obnovlenie osnovnogo kapitala: innovacii. Investicii. Organizacionno-ekonomicheskij mekhanizm: monografiya. [Renovation of fixed capital: innovations. Investments. Organizational and economic mechanism: monograph]. Moscow: Creative Economy, 2018, 326 p. (in Russian)

11. Onopriyko, A. V., Onopriyko, V. A. Syrodelie na mini-zavodah i specializirovannyh modulyah : monografiya. [Cheese-making at mini-factories and specialized modules: monograph]. St. Petersburg: GIORD, 2004, 163 p. (in Russian)

12. Ostroukhova, I. L. Formation of the taste profile of blue cheeses. Molochnohozyajstvennyj vestnik. [Dairy Bulletin], 2020, no. 1, pp. 115–127. (in Russian)

13. Paratipicheskie osobennosti agrotekhnologicheskogo sovershenstvovaniya proizvodstva moloka v usloviyah OAO «Novaya Pripyat'» Stolinskogo rajona. [Paratypical features of agrotechnological improvement of milk production in the conditions of JSC «Novaya Pripyat'» of the Stolin region / M. V. Bazylev [et al.]]. Uchyonye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. [Scientific notes of the educational institution «Vitebsk Order of the Badge of Honor» State Academy of Veterinary Medicine»: scientific and practical magazine], Vitebsk, 2018, T. 54, Issue. 3, pp. 67–73.

14. Increasing the bioadaptive potential of a dairy herd of cows in the production of milk. Molochnohozyajstvennyj vestnik. [Dairy Bulletin], 2021, no. 3, pp. 21–36. (in Russian)

15. Results of the scientific and practical search for on-farm reserves of milk production in the conditions of KSUP «Veletin» of the Khoiniki district / M. V. Bazylev [et al.] ZHivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. [Livestock breeding and veterinary medicine], 2021, no. 3, pp. 16–21.

16. Sel'skoe hozyajstvo Respubliki Belarus': statisticheskij sbornik. [Agriculture of the Republic of Belarus: statistical collection, 2021]. Minsk:

National Statistical Committee of the Republic of Belarus; State Property Committee of the Republic of Belarus, 2021, 179 p.

17. Sovremennye problemy povysheniya effektivnosti funkcionirovaniya APK: voprosy teorii i metodologii. [Modern problems of improving the efficiency of the functioning of the agro-industrial complex: questions of theory and methodology]. Minsk: Institute for System Research in the Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018, 138 p.

18. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Belarus', 2021. [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2021]. Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2021, 407 p.

19. Strukturno-investicionnaya politika v celyah obespecheniya ekonomicheskogo rosta v Rossii: monografiya. [Structural and investment policy in order to ensure economic growth in Russia: monograph]. Moscow: Scientific consultant, 2017, 196 p. (in Russian)

20. Khramtsov, A. G. Implementation of the whey phenomenon in the technological platform of the food industry. Industriya pitaniya. [Nutrition Industry], 2017, no. 3, pp. 23–29. (in Russian)

21. Khramtsov, A. G. Fenomen molochnoj syvorotki : monografiya. [Phenomenon of whey: monograph]. St. Petersburg: Profession, 2011, 802 p. (in Russian)

22. Escher, D. Iskusstvo natural'nogo syrodeliya. [The Art of Natural Cheesemaking]. Moscow: Publishing house E, 2017, 320 p. (in Russian)

23. Efficiency of production of semi-hard cheeses depending on the quality of milk: part 2. Elektronnyj periodicheskij recenziruemyj nauchnyj zhurnal «SCI-ARTICLE.RU». [Electronic periodical peer-reviewed scientific journal «SCI-ARTICLE.RU»], 2021, no. 97, pp. 68–76.

24. Yashkin, A. A. Modern approaches to the use of microbial transglutaminase in cheese making (analytical review). Molochnohozyajstvennyj vestnik. [Dairy Bulletin], 2019, no. 1, pp. 98–113. (in Russian)

25. Johnson, M. E. Major Technological Advances and Trends in Cheese / M. E. Johnson, J. A. Lucey // 4Journal of Dairy Science. – 2006. – Vol. 89. – Iss. 4. – Pp. 1174–1178.

## Industrial cheese-making of belarus. Enterprise jllc «Belsyr»

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

e-mail: mibazylev@yandex.ru

Educational Institution «The Vitebsk Order of the Badge of Honor,  
the State Academy of Veterinary Medicine (VVAWM)», Vitebsk, Republic of  
Belarus

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

e-mail: minak67@mail.ru

Educational Institution «The Vitebsk Order of the Badge of Honor,  
the State Academy of Veterinary Medicine (VVAWM)», Vitebsk, Republic of  
Belarus

Levkin Evgeniy Anatolyevich, Candidate of Science (Agriculture), Head  
of the Department of Agribusiness

e-mail: onegin117@mail.ru

Educational Institution «The Vitebsk Order of the Badge of Honor,  
the State Academy of Veterinary Medicine (VVAWM)», Vitebsk, Republic of  
Belarus

Linkov Vladimir Vladimirovich, Candidate of Science (Agriculture),  
Associate Professor

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Educational Institution «The Vitebsk Order of the Badge of Honor,  
the State Academy of Veterinary Medicine (VVAWM)», Vitebsk, Republic of  
Belarus

**Keywords:** cheese production, assortment, raw milk, production  
economics.

### **Abstract**

The presented results of research on the development of the cheese-making industry in Belarus and the production of cheeses in the leading industrial enterprise of the industry JLLC «Belsyr» indicate significant prospects for interstate cooperation between Belarus and the Russian Federation. At the same time, the development of a strategic partnership between cheese producers in the Republic of Belarus and the focus of the main guidelines for the market sale of demanded food products in the Russian Federation testify to the formed socio-cultural and production-economic relationship of peoples living in the noted states who are close in spirit.

# Разработка рецептуры пасты сливочной с соблюдением макронутриентного баланса

Новокшанова Алла Львовна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

e-mail: novokshanova@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии»

Матвеева Наталия Олеговна, аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

**Ключевые слова:** продукт сбалансированного состава, молочное сырье, органолептические показатели, физико-химические показатели, физико-механические показатели.

## Аннотация

Цель исследования – создание продукта сбалансированного состава с повышенной пищевой плотностью и оптимальным соотношением макронутриентов на основе молочного сырья. Объектом исследования служили модели, имеющие соотношение белкового, липидного и углеводного компонентов, равное 1:1:4. Все использованные ингредиенты принадлежат отечественным производителям. Общие потребительские характеристики образцов исследовали органолептическим и аналитическим методами. Были выявлены и оценены причины, влияющие на пороки консистенции. С учетом полученных данных проведена корректировка рецептуры. В ходе работы исследованы физико-механические показатели образцов при помощи реогониометра Вайсенберга.

Как свидетельствует практика, устойчивая тенденция последних десятилетий к разработке низкокалорийных продуктов не улучшила медицинские показатели среди спортсменов и населения в целом. Чис-

ло людей с избыточной массой тела и страдающих алиментарно-зависимыми заболеваниями постоянно увеличивается [1–8]. Не являются исключением и категории граждан, активно занимающиеся спортом. Снижение калорийности продуктов актуально, если в сумме она превышает энергозатраты организма, а сбалансированное поступление макро- и микронутриентов необходимо при любых физических нагрузках.

Адекватным с физиологической точки зрения для человека, в свете современных существующих представлений, считается соблюдение энергетической ценности рациона от белков (Б), жиров (Ж) и углеводов (У), равное 12-14:30:56-58 [9]. В пересчете на массу макронутриентов эту зависимость можно представить формулой Б:Ж:У = 1:1:4, что довольно сложно реализуемо на практике при разработке рецептур и технологий пищевых продуктов вследствие их многокомпонентности [10].

Для приготовления образцов использовали сухое обезжиренное молоко с массовой долей сухих веществ 95,0 %, сливки и молоко с массовой долей жира 35,0 % и 2,5 % соответственно, крахмал с массовой долей сухих веществ 97,0 %, сироп с массовой долей углеводов 65,0 %, лимонную кислоту. Для улучшения консистенции применяли стабилизатор на основе гуаровой и ксантановой камеди. Молочное сырье было предоставлено местным молокоперерабатывающим предприятием. Фруктово-ягодный сироп был приобретен в торгово-розничной сети аптек. Коммерческие образцы гуаровой и ксантовой камедей, лимонной кислоты также принадлежат отечественным производителям. При изготовлении образцов продукта использовали аппарат для термомеханической обработки продукта «Штефан». Эмульгирование компонентов достигали при высоких частотах (от 300 до 1500 об/мин) и температуре  $(87 \pm 3)$  °C [10].

Для оценки потребительских характеристик (вкус и запах, цвет, внешний вид и консистенция) применяли органолептический и аналитический методы.

Реологические показатели определяли при температуре 20–22 °C с помощью реогониометра Вайсенберга модели R-19 фирмы Sangamo Weston Controls Limited (Великобритания) [10].

Методика измерений основана на регистрации реакции образца, заполняющего пространство между рабочими органами «плоскость – плоскость», и синусоидально изменяющейся сдвиговой деформацией известной амплитуды и частоты. Колебания рабочего органа плоскость – плоскость моделируют при низких частотах процесс намазывания продукта при данной температуре.

В соответствии с рекомендациями Научного комитета по питанию

Европейской комиссии (НКП ЕК) от 2001 года продукты питания для спортсменов могут быть условно разделены на четыре категории в зависимости от состава: А – продукты питания богатые углеводами, В – углеводно-электролитные растворы, С – белки и их компоненты, D – дополнения. Такое деление основывается, во-первых, на базе данных динамической биохимии и, во-вторых, на тщательном анализе результатов медико-биологических испытаний, выполненных различными спортивными организациями. [10]. Макронутриентный состав и энергетическая ценность специализированной пищевой продукции, ориентированной на спортсменов, представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Пищевая и энергетическая ценность спортивных продуктов разных категорий [10]

| Категория продуктов | Интервалы содержания, % |      |          | Энергетическая ценность / калорийность, кДж в 100 г / ккал в 100 г |
|---------------------|-------------------------|------|----------|--|
|                     | Белка                   | Жиры | Углеводы |  |
| Категория А         | 5-50                    | 0-5  | 50-95    | 935-2650/220-625   |
| Категория В         | 0                       | 0    | 3-8      | 51-136/12-32   |
| Категория С         | 50-90                   | 0-5  | 4-50     | 918-2565/216-605   |
| Категория D         | 0                       | 0-1  | 0        | 0-37/0-9   |

Из таблицы видно, что среди всех категорий продуктов нет примеров, отвечающих физиологически сбалансированной по белкам, жирам и углеводам формуле, но опираясь на данную классификацию, очевидно, что продукт сбалансированного макронутриентного состава в большей степени соответствует категории А (продукты питания богатые углеводами), для которых характерна значительная плотность пищевых веществ и повышенная энергетическая ценность.

В связи с этим решено разработать продукт с массовой долей белка и жира не менее, чем по 7 %, который, предположительно, будет представлять собой эмульсию первого типа.

Поскольку в молоке присутствуют только низкомолекулярные углеводы, а в большинстве специализированной пищевой продукции для спортсменов предпочтительно комбинирование углеводов разной длины цепи, в разработке рецептуры и технологии продукта, сбалансированного по содержанию белков, липидов и углеводов, изучены закономерности сочетания молочного сырья, низкомолекулярных углеводов фруктово-ягодного происхождения и одного из наиболее распространенных пищевых полисахаридов – крахмала [10].

С учетом изложенного в выбранном диапазоне энергетической ценности составляли модельные смеси продукта (СОМ) из сливок,

цельного молока, сиропа ягодного и крахмала. Полученные модельные смеси пастеризовали при температурном режиме, наиболее часто используемом для получения многокомпонентных молочных составных продуктов – температуре 85 °С в течение 15 мин. Смеси после получения охлаждали и оценивали их вкус, запах, консистенцию, внешний вид. Характеристика органолептических показателей приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели опытных образцов [10]

| <b>Массовая доля сухих веществ, %</b> | <b>Соотношение Б:Ж:У</b> | <b>Вкус и запах</b>  | <b>Консистенция</b>                      |
|---------------------------------------|--------------------------|--|--|
| 45,0                                  | 7,5:7,5:30,0             | Выраженный сладкий, приторный с привкусом сухого молока            | Жидкая, слегка тягучая, слегка мучнистая |
| 49,9                                  | 8,3:8,3:33,3             | Выраженный сладкий, с легким солоноватым привкусом                 | Более вязкая, слегка мучнистая           |
| 55,2                                  | 9,2:9,2:36,8             | Излишне сладкий, приторный   | Вязкая, мучнистая                        |
| 60,0                                  | 10,0:10,0:40,0           | Излишне сладкий, приторный, с привкусом крахмала со слабой горечью | Вязкая, мучнистая                        |
| 64,8                                  | 10,8:10,8:43,2           | Излишняя сладость, приторность, привкус крахмала со слабой горечью | Пастообразная, мучнистая                 |
| 70,1                                  | 11,7:11,7:46,7           | Менее сладкий с выраженным привкусом крахмала                      | Рыхлая, несвязная                        |

Из этих данных очевидно, ни один из образцов не обладал отличными органолептическими показателями. Цвет всех образцов был кремовым с сероватым оттенком, во вкусе и консистенции отмечены нежелательные свойства. Обычно действие липидов и фосфолипидов в системах с полисахаридами эффективно для повышения связности структуры, поскольку замедляет ретроградацию крахмала, а комплексы липидов и амилозы способствуют гелеобразованию [10, 11]. В данном случае, по-видимому, сильнее проявилось действие высокомолекулярных структур – белков и полисахаридов [12]. Известно, что в бинарных системах глобулярных белков превышение их концентрации в 12 % сопровождается разделением фаз из-за термодинамической нестабильности, а в присутствии полисахаридов нарушение дисперсности может произойти и при более низкой концентрации белка, особенно в процессе хранения [10, 13]. Основными причинами дестаби-

лизации пищевых систем, содержащих различные полимеры, является эффект исключенного объема и деплетивная флокуляция [10, 13, 14]. Поскольку при содержании сухих веществ в смеси 70,1 % массовая доля белка 11,7 % приближается к пороговой, а на долю углеводов приходится более половины всех сухих веществ, в дальнейших исследованиях данная рецептура не использована.

Также установлено, что при низкой доле жира 7,5 % в продукте не было ощущения сливочного вкуса, и с увеличением массовой доли крахмала более 10 % в продукте сохранялась песчаность, что является пороком консистенции пастообразных сливочных продуктов. Наиболее приемлемое соотношение между белками, жирами и углеводами, способствующее формированию выраженного сливочно-фруктового вкуса и запаха в продукте составило 10,0:10,0:40,0. Эта формула принята за основу, которую корректировали по виду крахмала, соотношению между низкомолекулярными и высокомолекулярными углеводами и по соотношению между массовыми долями влаги и сухих веществ» [10].

Имевшаяся в продукте легкая мучнистость была обусловлена особенностями высокоамилозного кукурузного крахмала. Известно, что при обычных условиях тепловой обработки от 95 до 100 °С данный вид крахмала не дает высокой вязкости, а полная клейстеризация наблюдается только после достижения температуры (165±5) °С. В то же время подверженность ретроградации высокоамилозного кукурузного крахмала очень высокая. Поскольку в большей степени за ретроградацию крахмала ответственна амилоза, чем амилопектин [13], в следующей серии опытов наряду с кукурузным крахмалом использован картофельный с меньшей долей амилозы. Этот крахмал обладает очень высокой вязкостью и расположенностью к ретроградации от средней до низкой. В технологическом аспекте устранить пороки консистенции возможно правильным выбором режима термомеханической обработки [10].

С учетом того, что консистенция продукта, независимо от состава имела недостаточную вязкость, одновременно предприняты попытки ее регулирования за счет введения в состав продукта стабилизаторов на основе гуаровой и ксантановой камедей и лимонной кислоты. Стабилизаторы придают большую плотность и вязкость продукту. Механизм действия гуаровой камеди связан с возникновением гидрофобных контактов с неполярными участками белков, а ксантановая камедь стабилизирует структуру благодаря ионным взаимодействиям с полипептидными цепями. Лимонная кислота увеличивает растворимость белков в продукте, позволяет нивелировать выраженную сладость и снизить рН

системы, что способствует увеличению хранимоспособности продукта.

Известно, что растворимость лактозы существенно ниже, чем сахарозы. Так, при температуре 70–80 °С концентрация насыщенного раствора лактозы составляет от 44 до 51 % (против 90 % для раствора сахарозы). При снижении температуры до 20 °С растворимость лактозы уменьшается и составляет только 16 %. С учетом того, что количество влаги в модельных смесях составляло 40 %, а доля внесенного СОМ – около 27 %, просчитано количество содержащейся лактозы. Эта величина соответствует примерно 14 %, что по отношению к содержащемуся количеству воды представляет достаточно концентрированный раствор с массовой долей лактозы 28,6 %. При температуре термообработки (более 80 °С) вся содержащаяся в продукте лактоза находится в растворимом состоянии. Однако при охлаждении образца до комнатной температуры растворимость лактозы снижается. В результате даже в свежеработанных опытных образцах только часть молочного сахара остается в фазе истинного раствора, а остальная часть образует мельчайшие кристаллы, которые в свежем продукте практически не ощущаются, но через 5-7 суток холодильного хранения, по мере роста кристаллов, они становятся ощутимы и создают сначала легкую, а затем и выраженную мучнистость. Причем рост кристаллов сначала наблюдается на поверхности продукта, появляясь в виде налета, а затем они обнаруживаются во всей массе продукта [10].

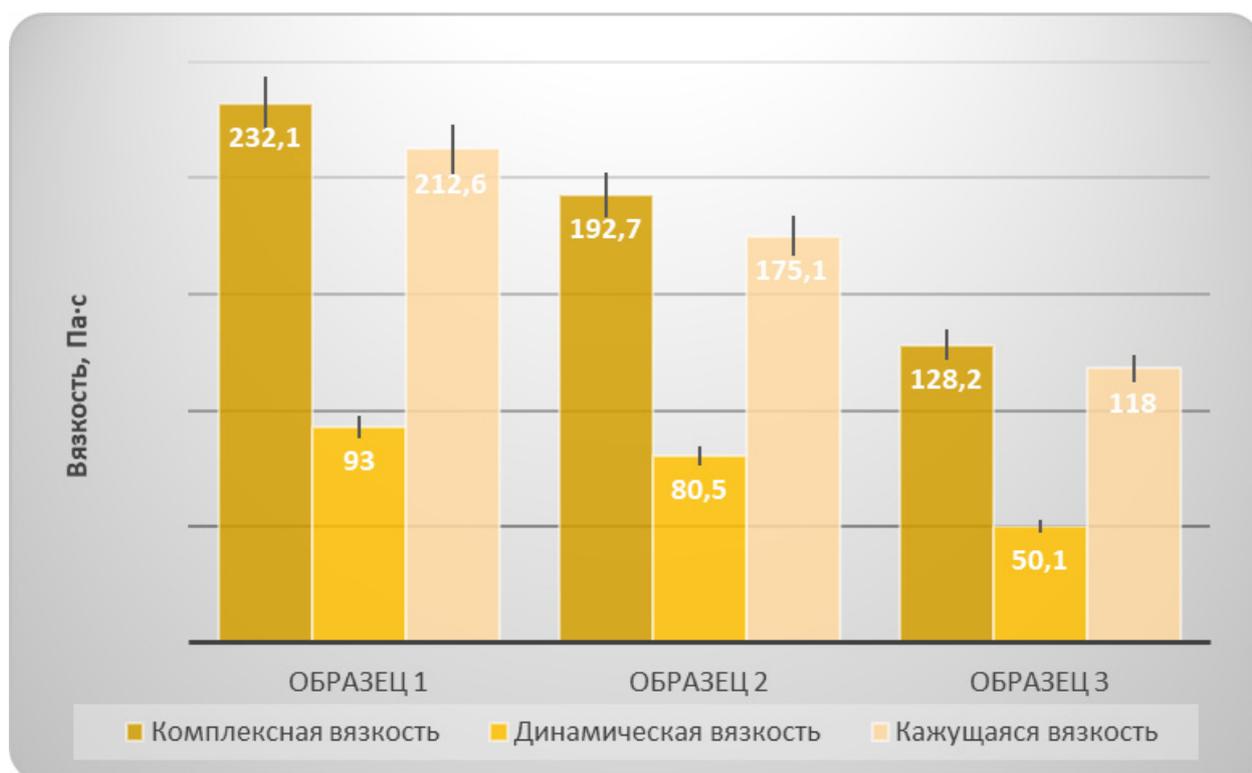
Образцы с необходимым содержанием компонентов и изменением соотношения между влагой и СВ вырабатывали по рецептуре, представленной в *таблице 3*. С точки зрения предупреждения порока консистенции (мучнистости) предложены модели, которые обеспечивают получение продукта с содержанием влаги 55 % и сухих веществ 45 %. Массовая доля стабилизатора составляла 0,1 %, лимонной кислоты – 0,2–0,3 %. При изготовлении образцов продукта этой серии использовали аппарат для термомеханической обработки продукта. Эмульгирование компонентов достигали при высоких частотах (от 300 до 1500 об/мин) и температуре (87±3) °С.

Таблица 3 – Рецептурный состав смесей [10]

| Наименование сырья        | Масса в вариантах, кг, по рецептуре |              |              |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
|                           | Контроль                            | Образец 1    | Образец 2    |
| Сухое обезжиренное молоко | 27,0                                | 17,7         | 17,7         |
| Сливки                    | 26,4                                | 30,0         | 30,0         |
| Молоко                    | 13,2                                | 25,8         | 25,8         |
| Крахмал                   | 8,4                                 | 4,0          | 4,0          |
| Сироп                     | 24,7                                | 22,2         | 22,2         |
| Лимонная кислота          | 0,3                                 | 0,2          | 0,3          |
| Стабилизатор              | –                                   | 0,1          | –            |
| Итого                     | 100,0                               | 100,0        | 100,0        |
| Соотношение Ж:Б:У         | 10,0:10,0:40,0                      | 7,5:7,5:30,0 | 7,5:7,5:30,0 |

Оценку образцов проводили органолептическим методом. Вкус и запах были охарактеризованы как насыщенные, умеренно сладкие с приятной кислинкой. Вкус сиропа недостаточно выражен. Цвет образцов был одинаковым: кремовый с неинтенсивно выраженным оттенком сиропа. Консистенция подобна консистенции сгущенного молока, умеренно плотная. С уменьшением концентрации лактозы в водной фазе продукта до 15,4 % при массовой доле СВ 45,0 % кристаллизация лактозы в процессе хранения не наблюдалось. В процессе хранения при температуре  $(3 \pm 2)$  °С мучнистость не выявлена.

Физико-механические показатели опытных образцов 1 (со стабилизатором) и 2 (без стабилизатора), выработанных при таком соотношении между влагой и сухими веществами, и контроля с массовой долей сухих веществ 60 % исследованы с помощью реогониометра Вайсенберга при температуре от 20 до 22 °С, что позволяет описать поведение продукта при температуре потребления [10]. Данные реологических исследований представлены на рисунке и в таблице 4.



Показатели вязкости образцов при относительной погрешности измерений 5 %

Таблица 4 – Физико-механические показатели образцов [10]

| Соотношение компонентов в продукте | Модуль упругости ( $G'$ ), Па | Модуль потерь ( $G''$ ), Па | Тангенс угла потерь ( $\text{tg } \delta$ ) |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|
| контроль<br>10,0:10,0:40,0         | 1458,3                        | 1335,9                      | 2,3   |
| опыт 1<br>7,5:7,5:30,0             | 1210,8                        | 1100,2                      | 2,2   |
| опыт 2<br>7,5:7,5:30,0             | 805,4                         | 741,3                       | 2,4   |

Установлено, основные физико-механические характеристики продукта связаны с соотношением между влагой и СВ в нем. Из данных таблицы 4 видно, что более выраженными вязкоупругими свойствами обладал контрольный образец, выработанный при соотношении между белком, липидным и углеводным компонентами, равном 10,0:10,0:40,0, что обусловлено его составом. Более высокие показатели вязкости в данном образце – результат повышенного содержания СВ и белка. Опытные образцы 1 и 2 отличались большей мягкостью и пластичностью, характеризовались меньшей выраженностью упругих свойств.

Количественно соотношение вязких и упругих свойств характеризует тангенс угла потерь ( $\text{tg } \delta$ ). Все реальные вязкоупругие тела по

этому параметру располагаются между идеально упругим телом,  $\operatorname{tg} \delta$  которого равен 0, и идеально вязким телом,  $\operatorname{tg} \delta$  которого равен  $90^\circ$ . Чем ближе  $\operatorname{tg} \delta$  к 0, тем в большей степени в продукте проявляются упругие свойства. Если  $\operatorname{tg} \delta = 1,0$ , то это значит, что энергия, затраченная на преодоление сил упругости структурированного матрикса, равна энергии, затрачиваемой на диссипацию (преодоление) сил трения и/или разрыв связей между элементами структуры матрикса. Следовательно, если  $\operatorname{tg} \delta$  больше 1,0, то в образце преобладают вязкостные свойства, если меньше – упругие.

Результаты показали преобладание вязкостных свойств над упругими во всех образцах, то есть продукты являлись типичными представителями паст, которые, с одной стороны, характеризуются формоустойчивостью, а с другой, обладают способностью хорошо намазываться. Такие продукты могут использоваться как для непосредственного употребления, так и для приготовления бутербродов [10].

На основании выполненной работы сделано заключение: при разработке продукта повышенной пищевой плотности с соблюдением макронутриентного баланса на показатели консистенции в равной степени оказывает влияние не только ингредиентный состав продукта, но и соотношение между влагой и сухими веществами. Предложена модель продукта, обеспечивающая получение продукта с соблюдением энергетической ценности рациона Б:Ж:У = 1:1:4 и содержанием влаги 55 % и сухих веществ 45 %.

Материал подготовлен в рамках Государственного задания № FGMF-2022-0002.

### **Литература:**

1. Ким, М. Н. Тенденция развития алиментарно-зависимых заболеваний и роль функциональных продуктов в профилактике заболеваний / М. Н. Ким // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1-2 (22). – С. 65–68.
2. Проблема неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний в современном мире / С. П. Терехин, С. В. Ахметова, В. Б. Молотов-Лучанский, С. И. Рогова, М. Г. Калишев, С. С. Бобырев // Медицина и экология. – 2018. – № 2. – С. 40–43.
3. Классификация и характеристика специализированных продуктов для питания спортсменов / В. М. Воробьева, Л. Н. Шатнюк, И. С. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. – 2010. – № 6 (79). – С. 64–68.
4. Богданов, А. Р. Влияние диетотерапии, обогащенной конъюгированной линолевой кислотой, на антропометрические показатели и

композиционный состав тела пациенток с избыточной массой тела / А. Р. Богданов, С. А. Дербенева // Вопросы питания. – 2013. – № 4 (82). – С. 55–62.

5. Васильев, А. В. Нутриметабономика – новый этап развития биохимии питания. Роль нутрипротеомных исследований / А. В. Васильев, Н. Э. Шаранова // Вопросы питания. – 2013. – № 5 (82). – С. 4–9.

6. Васильев, А. В. Нутриметабономика – новый этап развития биохимии питания. Роль нутрилипидомных исследований / А. В. Васильев, Н. Э. Шаранова, С. Н. Кулакова // Вопросы питания. – 2014. – № 1 (83). – С. 4–11.

7. Воробьева, В. М. Роль факторов питания при интенсивных физических нагрузках спортсменов / В. М. Воробьева, Л. М. Шатнюк, И. С. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. – 2011. – № 1 (80). – С. 70–77.

8. Основной обмен как интегральный количественный показатель интенсивности метаболизма / К. В. Выборная, А. И. Соколов, И. В. Кобелькова [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – № 5 (86). – С. 5–10.

9. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

10. Новокшанова, А. Л. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья : специальность 05.18.15 «Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания» : дис. ... д-ра техн. наук / А.Л. Новокшанова. – М., 2019. – 487 с.

11. Pokorny J., Kolakowska A. Lipid-protein and lipid-saccharide interactions // Chemical and Functional Properties of Food Lipids / Z. E. Sikorski, A. Kolakowska (eds). – Boca Raton, London, New York, Washington, DC : CRC Press, 2003. – P. 345–462.

12. Физико-химические особенности динамики полимерной жидкости / А. Р. Каримов, М. А. Талейсник, Т. В. Савенкова [и др.] // Пищевые системы. – 2018. – № 3 (1). – С. 44–54.

13. Химия пищевых продуктов: пер. с англ. / Ш. Дамодаран, К. Л. Паркин, О. Р. Феннема (ред.-сост.). – СПб. : Профессия, 2012. – 1040 с.

14. Мищенко, А. И. Структурный фактор для характеристики неопределённости функционально технологических свойств смесей / А. И. Мищенко, С. А. Красников, С. В. Николаева // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности : сб. материалов X Междунар. конф. (Москва 25-26 апреля 2018 г.) / [отв. ред. Т. В. Пирязева, В. В. Серов]. – М.: Спутник+, 2018. – С.

32–34.

### References:

1. Kim M. N. The trend of development of alimentary-dependent diseases and the role of functional products in the prevention of diseases. *Yevraziyskiysoyuzuchenykh*[Eurasian Union of Scientists], 2016, no.1-2 (22), pp. 65–68. (in Russian)
2. Terekhin S.P., Akhmetova S.V., Molotov-Luchanskiy V.B., Rogova S.I., Kalishev M.G., Bobyrev S.S. The problem of non-communicable alimentary-dependent diseases in the modern world. *Meditcina i ekologiya*[Medicine and ecology], 2018, no.2, pp. 40–43. (in Russian)
3. Vorob'yeva, V.M., Shatnyuk L.N., Vorob'yeva I.S. Classification and characteristics of specialized products for athletes' nutrition. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2010, no.6 (79), pp. 64–68. (in Russian)
4. Bogdanov A.R., Derbeneva S.A. Influence of diet therapy enriched with conjugated linoleic acid on anthropometric parameters and body composition of overweight patients. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2013, no.4 (82), pp. 55–62. (in Russian)
5. Vasil'yev A.V., Sharanova N.E. Nutrimetabolomics is a new stage in the development of nutrition biochemistry. The role of nutriproteomic studies. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2013, no.5 (82), pp. 4–9. (in Russian)
6. Vasil'yev A.V., Sharanova N.E., Kulakova S.N. Nutrimetabolomics is a new stage in the development of nutrition biochemistry. The role of nutriproteomic studies. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2014, no.1 (83), pp. 4–11.(in Russian)
7. Vorob'yeva V.M., Shatnyuk L.M., Vorob'yeva I.S. The role of nutrition factors in intensive physical exertion of athletes. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2011, no.1 (80), pp. 70–77. (in Russian)
8. Vybornaya K.V., Sokolov A. I., Kobel'kova I.V. Basic metabolism as an integral quantitative indicator of metabolic intensity. *Voprosy pitaniya*[Nutrition issues], 2017, no.5 (86), pp. 5–10. (in Russian)
9. *Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grup naseleniya Rossiyskoy Federatsii. Metodicheskiye rekomendatsii*[Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Methodological recommendations]. Moscow, Federal'nyy tsentr gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. 36 p.
10. Novokshanova A.L. *Razrabotk nauchnykh printsipov sozdaniya produktov sportivnogopitaniya na osnovem olochnog syr'ya. Doct.Diss.*

[Development of scientific principles for the creation of sports nutrition products based on dairy raw materials. Dokt.Diss.]. Moscow, 2019. 487 p.

11. Pokorny J., Kolakowska A. Lipid-protein and lipid-saccharide interactions. Chemical and Functional Properties of Food Lipids. Boca Raton, London, New York, Washington, DC, CRC Press, 2003, pp. 345–462.

12. Karimov A.R., Taleysnik M.A., Savenkova T.V. Physico-chemical features of polymer liquid dynamics. *Pishchevyyesistemy*[Food systems], 2018, no.3 (1) pp. 44–54. (in Russian)

13. Damodaran SH., Parkin K.L., Fennema O.R. *Khimiya pishchevykh produktov*[Chemistry of food products]. St.Petersburg, ID «Professiya», 2012. 1040 p.

14. Mishchenkova A.I. A structural factor for characterizing the uncertainty of the functional and technological properties of mixtures. *Trudy X mezhdunarodnoy konferentsii "Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii, nauke i promyshlennosti"*[Proc. of the X International Conference "Modern information technologies in education, science and industry"], 2018, pp. 32–34.

## Development of a creamy pasta recipe with the observance of macronutrient balance

Novokshanova Alla L'vovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, leading Researcher

e-mail: novokshanova@ion.ru

Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology»

Matveyeva Nataliya Olegovna, postgraduate student, the Department of Milk and Dairy Products Technology

e-mail: natalia.natashonok@yandex.ru

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

**Keywords:** product of balanced composition, raw milk, organoleptic indicators, physical and chemical parameters, physical and mechanical parameters

### Abstract

The aim of the study is to create a balanced composition product with an increased nutritional density and an optimal ratio of macronutrients based on dairy raw materials. The object of the study was models having a ratio of protein, lipid and carbohydrate components equal to 1:1:4. All the ingredients used belong to domestic manufacturers. The general consumer characteristics of the samples were investigated by organoleptic and analytical methods. The causes affecting the consistency defects were identified and evaluated. Taking into account the data obtained, the formulation was adjusted. The physical and mechanical parameters of the samples were studied during the work using the Weissenberg Rheogoniometer.



Рефераты  
Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 10 - 23

Табл. 3. Ил. 3. Библ. 20.

### **Изменения параметров системы гемостаза у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством**

Баруздина Е. С., кандидат ветеринарных наук, доцент, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

### **The changes in the parameters of the hemostasis system in dogs older than 8 years due to surgery**

Baruzdina, E. S.

vologda-agility@mail.ru

**Ключевые слова:** система гемостаза, пожилые собаки, хирургическое вмешательство, агрегация тромбоцитов, коагуляционный гемостаз.

**Keywords.** hemostasis system, old dogs, surgery, platelet aggregation, coagulation hemostasis.

### **Реферат**

Выявлены изменения параметров системы гемостаза у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством. Сравнение проводили с контрольной группой половозрелых собак. В группе стареющих собак после операции уменьшается количество тромбоцитов с увеличением среднего объема и понижением тромбокрита, повышается суммирующий индекс агрегации с коллагеном и уменьшаются индексы дезагрегации с АДФ и коллагеном, понижается активность антитромбина, что способствует повышению концентрации тромбина, которое сопровождается укорочением ТВ и увеличением РФМК и фибриногена. Сокращение ПВ и АЧТВ в комплексе со всем вышеперечисленным дают основания предполагать наличие гиперкоагуляционного состояния у собак старше 8 лет в связи с хирургическим вмешательством.

### **Summary**

The article presents the changes in the parameters of the hemostasis system in dogs older than 8 years due to surgical intervention. The comparison was made with a control group of mature dogs. In the group of old dogs after surgery, the number of platelets decreases with an increase in the average volume and a decrease in thrombocrit, the summing index of aggregation with collagen increases and the disaggregation indices with

ADP and collagen decrease, antithrombin activity decreases, which contributes to an increase in thrombin concentration, accompanied by a shortening of TT and an increase in RFMK and fibrinogen. Taken together the reduction in PT and APTT with all of the above, it is reasonable to assume the presence of a hypercoagulable state in dogs older than 8 years due to surgery.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 24 - 38

Табл. 3. Ил. 2. Библ. 17.

## **Продуктивные и племенные качества коров черно-пестрой породы разных линий**

В.А. Бильков, Бургомистрова О.Н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

### **Productive and breeding qualities of black-and-white cows of different lines**

Bilkov, V.A.

vab1725@yandex.ru

Burgomistrova, O.N.

Olgabyrgomistrova@mail.ru

**Ключевые слова:** черно-пестрая порода, генеалогическая линия, подбор, коэффициент линейности, молочная продуктивность, эффективность.

**Keywords:** cows of the first calving, black-and-white breed, genealogical line, milk productivity, fat content, protein content, economic efficiency.

### **Реферат**

Основной задачей молочного скотоводства остается повышение продуктивности животных путем разведения наиболее высокоценных в племенном отношении пород, генотипов и линий крупного рогатого скота. В связи с этим исследование по изучению влияния хозяйственно-полезных признаков коров 1-го отела разных линий на их молочную продуктивность является актуальным. Исследовательская база сформирована на основе информационно-аналитической системы «Селэкс – Молочный скот» по 2269 коровам 1-го отёла черно-пестрой породы одного из ведущих сельскохозяйственных предприятий Вологодской области – племзавода-колхоза «Аврора». В результате исследований установлено, что коровы 1-го отела, принадлежащие к четырем линиям (Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998, Пабс Говернер 882933 и Монтвик Чифтейн 95679), имели заметные отличия по основным хозяйственно-полезным признакам. Так, наивысшие показатели продуктивности (8465 кг) были у коров 1-го отела линии Пабс

Говернер 882933, достоверно наименьшие (7504 кг) – у коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679. При этом следует отметить, что коровы всех линий имели удои выше стандарта породы в среднем в 2–2,5 раза. По жирномолочности превосходство коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933 над сверстницами из других групп и среднего по стаду составило 0,07–0,13%, по выходу молочного жира – в среднем на 7–17%. Выход молочного жира у коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679 был ниже среднего показателя по стаду на 2 и 27 кг соответственно. Наибольшее весовое количество молочного белка было получено от животных линии Пабс Говернер 882933 – 280 кг. Самая высокая массовая доля белка в молоке установлена у самых низкопродуктивных коров 1-го отела линии Монтвик Чифтейн 95679 (3,80 %), а самая низкая – у высокоудойных сверстниц линии Пабс Говернер 882933 (3,13%), разность составила 0,67%, т. е. прослеживается отрицательная взаимосвязь удоя и массовой доли белка. Наивысший коэффициент молочности (1532 кг) отмечен у коров 1-го отела линии Пабс Говернер 882933. Разница с другими группами и со средним по стаду составила 3,5–14%. Среди четырёх линий коров 1-го отела черно-пестрой породы при круглогодичном стойловом содержании высокой экономической эффективностью отличались животные линий Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлексн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933. Экономическая эффективность от использования коров этих линий в общей совокупности в племзаводе-колхозе «Аврора» составляет 377754,6 тыс. рублей, или 16,9 тыс. рублей на одно животное. Таким образом, для получения высоких удоев молока с хорошими технологическими свойствами в хозяйстве целесообразно использовать животных линий Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлексн Соверинг 198998 и Пабст Говернер 882933, которые сочетают высокий уровень молочной продуктивности и жирномолочности.

### **Summary**

The main task of dairy cattle breeding remains to increase the productivity of animals by breeding the most valuable breeds, genotypes and lines of cattle. In this way, it is relevant to study the influence of economically useful traits of cows of the 1st calving of different lines on their milk production. The research base was formed on the basis of the information and analytical system «Selex - Dairy cattle» for 2,269 cows of the 1st calving of the black-and-white breed in one of the leading agricultural enterprises of the Vologda region - the Breeding farm «Aurora». As a result of the research, it was found that cows of the 1st calving belonging to four lines (Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998, Pubs Governor 882933 and Montvik Chieftain 95679) had noticeable differences in the

main economically useful characteristics. Thus, the highest productivity indicators (8465 kg) were in cows of the 1st calving Pabs Gubernator 882933, significantly the lowest (7504 kg) - in cows of the 1st calving Montvik Chieftain 95679. At the same time, it should be noted that cows of all lines had milk yield above the breed standard by an average of 2-2.5 times. In terms of fat content, the superiority of cows of the 1st calving of the Pabs Gubernator 882933 line over their peers from other groups and the average herd was 0.07-0.13%, in terms of milk fat yield by an average of 7-17%. The yield of milk fat in cows of the Vis Back Ideal 1013415 and Montvik Chieftain 95679 lines was lower than the average for the herd by 2 and 27 kg, respectively. The largest amount of milk protein by weight was obtained from animals of the Pabs Gubernator line 882933 – 280 kg. The highest mass fraction of protein in milk was found in the lowest-yielding cows of the 1st calving of the Montvik Chieftain line 95679 (3.80%), and the lowest – in high-yielding peers of the Pabs Gubernator line 882933 (3.13%), the difference was 0.67%, i.e. there is a negative relationship between milk yield and the mass fraction of protein. The highest coefficient of milk production (1532 kg) was observed in cows of the 1st calving of the Pabs Gubernator 882933 line. The difference with other groups and with the average herd was 3.5-14%. Among the four lines of cows of the 1st calving of the black-and-white breed with year-round stable maintenance, the animals of the lines Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998 and Pabst Gubernator 882933 were distinguished by high economic efficiency. The economic efficiency of using cows of these lines in total in the Breeding Farm - Collective Farm «Aurora» is 377754.6 thousand rubles or 16.9 thousand rubles per animal. Thus, in order to obtain high milk yields with good technological properties, it is advisable to use animals of the Vis Back Ideal 1013415, Reflection Sovering 198998 and Pabst Gubernator 882933 lines in the farm, which combine a high level of milk productivity and fat content.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 39 - 54

Табл. 3. Ил. 2. Библ. 20.

### **Содержание структурных углеводов в заготовленных кормах Вологодской области**

Е.В. Богатырева, П.А. Фоменко, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН)ъ

### **Content of structural carbohydrates in feeds Made in the Vologda region**

Bogatyreva, E.V.

szniikorma@mail.ru

Fomenko, P.A.

szniikorma@mail.ru

**Ключевые слова:** силос, сырая клетчатка, NDF, ADF, неструктурные углеводы, гемицеллюлоза.

**Keywords:** silage, crude fiber, NDF, ADF, nonstructural carbohydrates, hemicellulose.

### **Реферат**

Сырая клетчатка в определенном количестве необходима жвачным животным как источник энергетического материала для стимуляции деятельности рубца, сохранения здоровья и поддержания на определенном уровне жирности молока. Для коров оптимальное количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона должно быть 17–22 %, причем не менее 14% должна составлять клетчатка грубых кормов. Для высокопродуктивных коров это количество должно быть на уровне 16–18%. Снижение клетчатки ниже 16% сопровождается нарушением процессов пищеварения, изменением соотношений ЛЖК и уменьшением жира в молоке. Избыточное содержание клетчатки снижает переваримость и использование других питательных веществ. Базой для исследования являются корма, поступающие на анализ в лабораторию. Качество кормов учитывалось по фактическим данным на период 2020–2021 гг. [14, 15]. Содержание питательных веществ определяли в соответствии с ГОСТами. ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Сырая клетчатка метод Ганнеберга – Штомана. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. Содержание нейтрально-детергентной клетчатки определяли методом VAN SOEST,

кислотно-детергентной клетчатки методом VAN SOEST & ROBERTSON. На сегодняшний день не все хозяйства составляют рационы для своих подопечных, используя NDF и ADF, а по-прежнему прибегают к такому показателю, как сырая клетчатка. Однако, на наш взгляд, стоит перейти к более грамотному и детальному составлению рационов для обеспечения высокой молочной продуктивности коров в разные периоды лактации и перед запуском, чтобы не допустить ненужного жиротложения у коров или же худобы, снижения продуктивности и содержания в молоке жира и белка.

### **Summary**

A certain amount of crude fiber is necessary for ruminants as a source of energy to stimulate the rumen activity as well as to maintain health and milk fat content. For cows, the optimal amount of crude fiber in the dry matter is to be 17–22%, and roughage fiber is to be at least 14%. For highly productive cows, this indicator is to be 16–18%. A decrease in fiber less than 16% causes digestive troubles, repropotion of volatile fatty acids and a decrease in milk fat. Excess fiber reduces digestibility and utilization of other nutrients. The basis for the present study are the feeds that come for analysis to the laboratory. Feed quality has been studied according to the actual data in 2020–2021. The content of nutrients has been determined in accordance with State Standards (GOSTs), that is GOST 13496.4-2019 Feeds, compound feeds, compound feed raw materials. Crude fiber. Hanneberg-Shtoman method and GOST 31640-2012. Feeds. Methods for determining the content of dry matter. The content of neutral detergent fiber has been determined by using the VAN SOEST method; the content of acid-detergent fiber has been determined by using the VAN SOEST & ROBERTSON method. Nowadays, while making the animal diet, not all farms use NDF and ADF, but still take into account a crude fiber indicator. However, in our opinion, it is worth moving on to a more competent and detailed formulation of diets to ensure high milk productivity of cows in different periods of lactation and before the dry period, in order to prevent unnecessary fat deposition in cows or their thinness as well as a decrease in productivity, milk fat and protein contents.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 55 - 67  
Ил. 2 Библ. 20.

### **Продуктивность горчицы белой в лесостепной зоне Средне-го Поволжья**

В.А. Гущина, А.С. Лыкова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»

### **Productivity of white mustard in the forest-steppe zone of the Middle Volga region**

Gushchina, V.A.  
gushchina.v.a@pgau.ru  
Lykova, A.S.  
lykova.a.s@pgau.ru

**Ключевые слова:** горчица белая (*Sinapis alba*), погодные условия, полевая всхожесть, сохранность, структура урожая, урожайность.

**Keywords.** white mustard (*Sinapis alba*), weather conditions, field germination, safety, crop structure, yielding capacity.

### **Реферат**

В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях Среднего Поволжья проявляется повышенный интерес к горчице белой. В связи с этим возникла необходимость в разработке элементов технологии её выращивания. К таким приемам в зоне неустойчивого увлажнения относится определение оптимального способа посева и нормы высева, что и определяет цель исследований, так как сильно загущенные и, наоборот, изреженные агроценозы менее продуктивны. Экспериментальная работа проводилась в 2020–2021 гг. при достаточном (ГТК – 1.30) и недостаточном (ГТК – 0.87) условиях увлажнения, соответственно годам исследований, на лугово-черноземной почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Посев сорта Люция с нормами высева от 1,5 до 3,0 млн шт./га всхожих семян с интервалом 0,5 млн, проводили рядовым и черезрядным способами. Увеличение нормы высева семян от 1,5 до 3,0 млн шт./га не оказывало существенного влияния на полноту всходов, которая в среднем за два года исследований составила 81,0–82,0 % при рядовом посеве и 72,0–73,0 % с междурядьем 30 см. Однако снижался процент сохра-

нившихся растений к уборке (до 81,3–76,9 %). Количество стручков уменьшалось от 33,7 до 24,0 шт., семян в них – от 9,7 до 7,1 шт. и масса 1000 семян – от 5,75 до 5,08 г при рядовом посеве. Наибольшая урожайность горчицы 1,93–2,04 т/га получена при нормах высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на рядовом посеве. Уменьшение или увеличение нормы высева, а также изменение ширины междурядий до 30 см приводит к существенному снижению урожайности семян (до 1,81 и 1,88 т/га).

### Summary

Nowadays, agricultural enterprises of the Middle Volga region are taking a great interest in growing white mustard. In this regard, there is a need to develop the elements of its cultivation technology. Among these methods in the area of unstable moisture is choosing the optimal sowing method and seeding rates, which determine the purpose of the research, since highly thickened or sparse agrocenoses are less productive. The experimental work has been carried out in 2020-2021 under sufficient (HTI – 1.30) and insufficient (HTI – 0.87) moisture conditions, respectively, on the meadow-chernozem soil of the collection plot of the FSBEI HE Penza State Agrarian University. Lucia variety has been sown at the seeding rates from 1.5 to 3.0 million pcs/ha of germinating seeds with 0.5 million interval by using drilling and skip-row methods. An increase in the seeding rate from 1.5 to 3.0 million pcs/ha did not have a significant effect on the volume of seedlings, which, on average, over two years of research was 81.0–82.0% with drilling and 72.0–73.0% with a 30 cm skip-row method. However, the percentage of preserved plants for harvesting decreased (up to 81.3–76.9%). Number of pods decreased from 33.7 to 24.0 pcs., number of seeds per pod decreased from 9.7 to 7.1 pcs. and the weight of 1000 seeds decreased from 5.75 to 5.08 g in drilling method. The highest yield of mustard 1.93–2.04 t/ha was obtained at seeding rates of 2.0 and 2.5 million germinating seeds in drilling method. A decrease or increase in the sowing rate, as well as a change in row spacing up to 30 cm, leads to a significant decrease in seed yield (up to 1.81 and 1.88 t/ha).

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 68 - 81  
Табл. 4. Библ. 22.

### **Влияние приёмов уборки на урожайность, биохимический состав семян и масла льна масличного**

С. Л. Елисеев, Е. А. Ренёв, Е. В. Бояршинова, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

### **Effect of harvesting techniques on yield, biochemical composition of seeds and oilseed oil**

Eliseev, S. L.  
psaa-eliseev@mail.ru  
Renev, E.A.  
evgeniirenev@mail.ru  
Boyarshinova, E. V.  
l.boyarshinova@yandex.ru

**Ключевые слова:** лён масличный, срок уборки, десикация, урожайность семян, биохимический состав семян, жирно-кислотный состав масла.

**Keywords.** oilseed flax, harvesting period, desiccation, seed yield, biochemical composition of seeds, fatty acid composition of oil.

### **Реферат**

В статье приведены результаты трехлетних исследований по влиянию приёмов уборки льна масличного на урожайность семян, сбор и качественные показатели масла. Опыт заложен по методике Б.А. Доспехова на дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почве, сопутствующие наблюдения и исследования проведены по общепринятым методикам и ГОСТам. Изучены приёмы уборки льна масличного сорта Уральский в Среднем Предуралье. Десикацию проводили препаратом контактного действия Реглон-Эйр, ВР. По результатам исследования установлено, что приёмы уборки оказывают влияние на урожайность семян льна масличного. При десикации посева в период от 50 до 100% бурых коробочек с последующей однофазной уборкой и однофазной уборке в 100% бурых коробочек без десикации урожайность составила 1,35–1,51 т/га и сбор жира – 609–677 кг/га. Биохимический состав

семян и масла не зависит от приёмов уборки.

### **Summary**

The article presents the results of the three-year research devoted to the influence of oilseed flax harvesting techniques on seed yield, harvesting and quality indicators of oil. The experiment has been launched according to the methodology of Dospekhov B.A. on sod-weakly podzolic heavy loamy soil, accompanying observations and studies have been carried out according to universally accepted methods and State Standards (GOSTs). The authors have studied the methods of harvesting oilseed flax of the Ural'skiy variety in the Middle Urals. Desiccation has been performed with Reglon-Air, BP contact drug. According to the study results, it has been found that harvesting techniques have an impact on the yield of oilseed flax seeds. During desiccation of sowing in the period from 50 to 100% of brown pods, followed by single-phase harvesting and during single-phase harvesting of 100% of brown pods without desiccation, the yield has been 1.35-1.51 t/ha and fat collection has reached 609-677 kg/ha. The biochemical composition of seeds and oil does not depend on harvesting techniques.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 82 - 90  
Табл.1. Библ. 20.

### **Влияние сезона года на качественные показатели молока коров в Вологодской области за 2019–2021 годы**

Д.А. Иванова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр РАН»

### **Influence of Year Season on Quality Indicators of Cows' Milk in Vologda Region for 2019-2021**

Ivanova, D.A.  
moloka07@mail.ru

**Ключевые слова:** сезон года, массовая доля жира, массовая доля белка, количество соматических клеток.

**Keywords.** year season, mass fraction of fat, mass fraction of protein, number of somatic cells.

#### **Реферат**

Ведущей отраслью сельского хозяйства Вологодской области является молочное животноводство, на которое приходится 70% всей продукции сельского хозяйства. Производство молока высокого качества является непременным условием эффективной работы и гарантом жизнеспособности хозяйства. В течение 2019–2021 гг. исследовались качественные показатели молока на территории Вологодской области по следующим показателям: массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка (МДБ) и содержание соматических клеток. Отбор проб молока проводили в соответствии с ежемесячным графиком контрольных доек коров и тестировали на инфракрасном спектрометре «Комби-Фосс». За этот период времени был проведен анализ 142960 проб в 2019 году, 164600 проб в 2020 году и 154873 проб в 2021 году. По результатам проведенных исследований выявлено, что все показатели за рассматриваемый период находятся в пределах нормы, соответствуют российским стандартам. В осенний сезон МДЖ и МДБ выше по сравнению с остальными сезонами за все рассматриваемые годы. Наименьшая жирномолочность и минимальное содержание белка отмечено в весенне-летний период. Качественные показатели коровьего молока, отобранного в 2021 году, выше по сравнению с 2019 и 2020 годами.

## Summary

The leading branch of agriculture in the Vologda Region is dairy farming, which accounts for 70% of all agricultural products. The production of high quality milk is a prerequisite for efficient operation and a guarantee of the viability of the farm. During 2019–2021 quality indicators of milk in the territory of the Vologda Region were studied according to the following indicators: mass fraction of fat, mass fraction of protein, and content of somatic cells. Milk sampling was carried out in accordance with the monthly control milking schedule of cows and tested on the Kombi-Foss infrared spectrometer. During this time period, 142,960 samples were analyzed in 2019, 164,600 samples – in 2020, and 154,873 samples – in 2021. Based on the results of the research, it was revealed that all indicators for the period under review are within the normal range and comply with Russian standards. In the autumn season, the mass fractions of fat and protein are higher than others in all the years under consideration. The lowest fat content of milk and the minimum protein content were noted in the spring-summer period. The quality indicators of cow's milk sampled in 2021 are higher compared to 2019 and 2020.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 91 - 103

Табл. 4. Ил. 3. Библ. 20.

### **Межпородное скрещивание как метод повышения молочной продуктивности коров**

И.П. Иванова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет академия имени П.А. Столыпина»

### **Interbreeding as a Method for Increasing Cows` Milk Productivity**

Ivanova, I.P.

ip.ivanova@omgau.org

**Ключевые слова:** удой, молочный жир, молочная продуктивность, крупный рогатый скот, скрещивание.

**Keywords.** milk yield, milk fat, milk productivity, cattle, cross breeding.

### **Реферат**

Задачей для молочного скотоводства является развитие отечественной базы для производства продуктов высокого качества. Решением этого может быть межпородное скрещивание в товарном скотоводстве. Цель исследования – изучение эффективности межпородного скрещивания молочных пород крупного рогатого скота в условиях Омской области. Объект исследования – коровы-первотелки в количестве 100 голов. Группировка животных проводилась с учетом метода разведения, применявшегося при получении животных. Группа 1 – коровы черно-пестрой породы с кровностью по голштинам более 75 %. Группа 2 – помесные коровы, рожденные от высококровных голштинизированных черно-пестрых коров, осемененных джерсейскими быками. Использование джерсейской породы не снижает уровень молочной продуктивности помесного поголовья коров. Разница по среднесуточному удою за первые 100 дней лактации варьируется от 0,22 до 3,51 кг. Коровы второй группы превосходили голштинизированных черно-пестрых сверстниц по массовой доле молочного жира на 0,75 % на 100 день лактации ( $P>0,99$ ). По содержанию белка в молоке за первые 30, 60, 100 дней лактации первотелки второй группы превосходят первотелок первой группы на 1,12, 1,05 и 1,04 % соответственно ( $P>0,95$ ).

От коров второй группы можно ожидать получения 244,98 кг молочного жира за лактацию, что на 38,9 кг или 18,92 % больше, чем от коров первой группы. Выход молочного белка за первые 100 дней лактации у коров, имеющих кровность по джерсейской породе 50 %, составил 122,32 кг, что на 25,48 кг или 26,3 % больше чем у сверстниц черно-пестрой породы с различной кровностью по голштинам. От животных группы 2 планируется получить 245,52 кг молочного белка, что на 57,02 кг или 30,25 % больше, чем ожидается от животных группы 1. Для улучшения качественных характеристик молока можно использовать джерсейскую породу в качестве улучшающей для местного черно-пестрого скота.

### Summary

One of the tasks of dairy cattle breeding is to develop a domestic base for the production of high quality products. The solution to this may be interbreeding in commercial cattle farming. The purpose of the investigation is to study the effectiveness of dairy cattle interbreeding under the conditions of the Omsk Region. The object of the study is first-calf cows in the amount of 100 animal units. The grouping of animals was carried out taking into account the breeding method used in obtaining animals. Group 1 is represented by black-and-white breed cows with a Holstein blood content of more than 75%. Group 2 is represented by crossbred cows born from high bred Holstein black-and-white cows inseminated with bulls of Jersey breed. The use of the Jersey breed does not reduce the level of milk productivity of the crossbred cattle. The difference in average daily milk yield for the first 100 days of lactation varies from 0.22 to 3.51 kg. The first-calf heifers of the second group outperformed Holstein black-and-white peers in terms of the mass fraction of milk fat by 0.75% on the 100th day of lactation ( $P>0.99$ ). In terms of protein content in milk for the first 30, 60, 100 days of lactation, the first-calf heifers of Group 2 surpass the peers of Group 1 by 1.12%, 1.05% and 1.04%, respectively ( $P>0.95$ ). The first-calf heifers of the second group are expected to produce 244.98 kg of milk fat per lactation, which is 38.9 kg or 18.92% more than from cows of the first group. The yield of milk protein for the first 100 days of lactation in cows with a Jersey breed blood content of 50% was 122.32 kg, which is 25.48 kg or 26.3% more than in peers of the black-and-white breed with different Holstein blood. It is planned to receive 245.52 kg of milk protein from cows of Group 2, which is 57.02 kg or 30.25% more than expected from animals of Group 1. Thus, to increase the quality characteristics of milk, the Jersey breed can be used as an improving one for local black-and-white cattle.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 104 - 119  
Табл. 3. Библ. 22.

### **Влияние гуминовых препаратов на формирование урожая и качество белокочанной капусты**

А.Б. Малхасян, М.В. Соловьева, О.Г. Петрова, П.В. Романов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»

### **Humic preparation effect on white cabbage crop formation and product quality**

Malkhasyan, A.B.  
zem@vgsa.ru  
Soloviova, M. V.  
zem@vgsa.ru  
Petrova, O.G.  
Pog7pro@gmail.com  
Romanov, P.V.  
zem@vgsa.ru

**Ключевые слова:** белокочанная капуста, гуминовые препараты, всхожесть семян, урожайность, товарность, качество продукции, экономическая эффективность.

**Keywords.** white cabbage, humic preparations, seed germination, yield, marketability, product quality, economic efficiency.

### **Реферат**

Рассматривается технология возделывания белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> с применением гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие». Целью работы явилось изучение влияния гуминовых препаратов на формирование урожая, качество и сохранность белокочанной капусты. В задачи исследований входило: изучение влияния гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» на качество семян и рассады белокочанной капусты; изучение влияния гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» на формирование урожая белокочанной капусты; определение экономической эффективности возделывания белокочанной капусты при применении гуминовых препаратов гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат

«Плодородие». Исследования проводились на опытном поле кафедры «Селекция, семеноводство и технология производства продукции растениеводства» ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА в 2020–2021 годы. Объектом исследований был гибрид белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub>. В опыте семена капусты Экстра F<sub>1</sub> за два дня до посева обрабатывали гуминовыми препаратами гидрогумин, гумимакс, гумат калия и гумат «Плодородие» в концентрации 0,01%. Экспозиция намачивания семян в растворах гуминовых препаратов – 2 часа. Второй раз растения капусты опрыскивали после посадки в поле гуминовыми препаратами (3 л/га 1% раствора). В качестве контроля были семена, обработанные водой. Установлено, что при предпосевной обработке семян капусты гуминовым препаратом гумат «Плодородие» в концентрации 0,01% всхожесть повышалась на 15%. Гуминовый препарат способствовал формированию более компактной и качественной рассады капусты (масса рассады увеличилась с 22,0 г на контроле до 25,2 г у обработанных растений). При обработке семян и рассады наиболее высокую урожайность капусты в среднем за 2 года получили от применения гуминового препарата гумат «Плодородие» – 45,7 т/га, прибавка урожая составила 4,0 т/га (+9,5%). Препараты гидрогумин, гумимакс, гумат калия увеличили урожайность белокочанной капусты только лишь на 1,5–1,9 т/га. Максимальный выход товарной продукции формировала капуста Экстра F<sub>1</sub> (95,0%) при обработке семян и рассады гуминовым препаратом гумат «Плодородие». Качество продукции белокочанной капусты не ухудшалось при применении гуминовых препаратов. Во всех вариантах опыта содержание нитратов в продукции было ниже предельно допустимой концентрации. Препараты гумат калия и гумат «Плодородие» способствовали повышению содержания витамина С в продукции 33,6 мг/% (+ 5,3 мг/%) и -38,0 мг/% (+9,7 мг/%) соответственно. Содержание сахаров в белокочанной капусте при обработке гуминовыми препаратами не изменялось. Возделывание в южной части Псковской области белокочанной капусты Экстра F<sub>1</sub> при обработке гуминовым препаратом гумат «Плодородие» является экономически эффективным, уровень рентабельности составил 68,6%.

### Summary

The article presents the results of a research on the effect of humic preparations (hydrohumin, humimax, potassium humate and «Plodorodiye» humate) when cultivating a white cabbage “Extra F1” hybrid on sod-podzolic medium loamy soil. It was found that when cabbage seeds are treated with «Plodorodiye» humate humic preparation at a concentration of 0.01% before sowing, germination increases by 15%. The humic preparation contributed

to a more compact and high-quality cabbage seedlings formation (the weight of seedlings increased from 22.0 g in the control group to 25.2 g in the treated plants). When processing seeds and seedlings, the highest yield of cabbage in a 2-year average was obtained from the use of the «Plodorodiye» humate humic preparation – 45.7 t/ha, the increase in yield was 4.0 t/ha (+9.5%). The hydrohumin, humimax, potassium humate preparations increased the white cabbage yields by only 1.5–1.9 t/ha. The «Extra F1» cabbage formed the maximum yield of standard products (95.0%) when seeds and seedlings were treated with the «Plodorodiye» humate humic preparation. The quality of white cabbage products did not deteriorate because of the use of humic preparations. In all the experiment variants, the nitrate content in the products was below the maximum permissible concentration. The preparations of potassium humate and «Plodorodiye» humate contributed to an increase in the vitamin C content in the products of 33.6 mg/% (+ 5.3 mg/%) and 38.0 mg/% (+9.7 mg/%), respectively. The sugar content in white cabbage did not. Cultivation of “Extra F1” white cabbage in the southern part of the Pskov region with humic preparation «Plodorodiye» humate treatment is cost-effective, the profitability level amounts to 68.6%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 120 - 130  
Табл. 2. Ил. 7. Библ. 8.

### **Морфологическая характеристика патологических изменений почек при мочекаменной болезни у морской свинки – *Mus porcellus* (клинический случай)**

О.А. Пичугина, Бюджетное учреждение Омской области «Омский областной центр по профилактике, экспертизе и лечению животных»

Д.К. Овчинников, В.В. Гречко, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

Д.Б. Авдеев, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет»

### **Morphological Characteristics of Pathological Kidney Changes in Urolithiasis of Guinea Pig - *Mus Porcellus* (Clinical Case).**

Pichugina, O.A.

pichugina\_o.a@mail.ru

Ovchinnikov, D. K.

biolog-ivm@mail.ru.

Avdeev, D.B.

avdeev86@inbox.ru

Grechko, V. V.

vg\_1988@mail.ru

**Ключевые слова:** морская свинка, уролитиаз, морфометрия, гистология, почка.

**Keywords:** guinea pig, urolithiasis, morphometry, histology, kidney.

### **Реферат**

Морские свинки считались идеальной моделью для лабораторных экспериментов. В связи с этим был накоплен материал, касающийся различных отраслей науки, в том числе огромный научный пласт по морфологии и структурным изменениям в результате воздействия различных патологических процессов. Необходимо обратить внимание на тот факт, что подавляющее количество накопленного материала имеет характер искусственно воспроизведенного эксперимента. В то время как морфологические характеристики видовых патологий морских сви-

нок, возникающих в процессе их одомашнивания изучены недостаточно. Одной из наиболее частых патологий мочевыводящей системы растительноядных грызунов является мочекаменная болезнь, при которой уролиты могут формироваться в почках, мочеточниках, мочевом пузыре или уретре. Материалом для исследования послужили почки морской свинки. Полученные гистологические препараты окрашивали гематоксилин-эозин и изучали морфологические структуры почки. Почка – это однососочковый парный паренхиматозный орган, выполняющий ряд важных функций: образование мочи, выведение продуктов обмена, очищение крови и регуляции химического гомеостаза организма. У малоподвижной морской свинки почки располагаются на одном уровне. У растительноядных грызунов, таких как морская свинка, почки короткие, имеют округло-овальную форму. В результате формирования уролита в мочевыводящей системе у морских свинок возникает ряд осложнений: цистит, нефрит и пиелонефрит. На всех полях зрения отмечалось диффузное умеренное наполнение венозно-капиллярного русла коркового и мозгового вещества. При обструкции уролита в нижних отделах мочевыводящей системы возникают наиболее тяжелые деструктивные изменения. При оценке гистосрезов мы выявили тубулонекроз проксимальных канальцев почек. Это поражение характеризовалось прежде всего ядерным пикнозом и кариолизисом. Изменения в эпителиальных клетках канальцев сопровождались потерей четкой границы цитоплазмы, зернистой и вакуольной дистрофией. На препаратах присутствовали признаки отделения эпителиальных клеток канальцев от базальных мембран. Процесс сопровождался десквамацией эпителиальных клеток с образованием клеточного детрита в полости канальцев. В интерстициальной ткани отмечен острый тубуло-интерстициальный нефрит, который проявлялся в выраженном отеке интерстиция, скоплением лейкоцитов и полнокровием кровеносных сосудов. Кроме того, отмечаются признаки острого пиелонефрита, которые выражены мультифокальным скоплением лейкоцитов в интерстициальной ткани и лоханке. Проведены замеры сосудистого клубочка, а также переполнение сосудов кровью. Анализируя данные наших исследований, мы пришли к выводу, что длительное воздействие уролита, которое приводит к полной обструкции мочевыводящих путей у морских свинок, вызывает тяжелые деструктивные изменения в эпителии проксимальных канальцах почек и острому пиелонефриту и острому тубуло-интерстициальному нефриту.

### **Summary**

Guinea pigs were considered an ideal model for laboratory exper-

iments. In this regard, material was accumulated concerning various branches of science, including a huge scientific layer on morphology and structural changes as a result of exposure to various pathological processes. It is necessary to pay attention to the fact that the overwhelming amount of accumulated material has the character of an artificially reproduced experiment. While the morphological characteristics of the specific pathologies of guinea pigs arising in the process of their domestication have not been sufficiently studied. One of the most common pathologies of the urinary system of herbivorous rodents is urolithiasis, in which uroliths can be formed in the kidneys, ureters, bladder or urethra. The kidneys of a guinea pig served as material for the study. The histological preparations obtained were stained with hematoxylin-eosin and the morphological structures of the kidney were studied. The kidney is a single-papillary pair parenchymatous organ that performs a number of important functions such as urine formation, excretion of metabolic products, blood purification and regulation of chemical homeostasis of the body. In a sedentary guinea pig, the kidneys are located at the same level. In herbivorous rodents, such as guinea pigs, the kidneys are short and rounded-oval. As a result of the formation of urolith in the urinary system, guinea pigs have a number of complications, such as cystitis, nephritis and pyelonephritis. Diffuse moderate filling of the venous-capillary bed of cortical and brain matter was noted in all fields of vision. When urolithiasis is obstructed, the most severe destructive changes occur in the lower parts of the urinary system. When evaluating histosections, tubulonecrosis of the proximal tubules of the kidneys was revealed. This lesion was characterized primarily by nuclear pycnosis and karyolysis. Changes in the epithelial cells of the tubules were accompanied by the loss of a clear cytoplasm boundary, granular and vacuolar dystrophy. The preparations showed signs of separation of the epithelial cells of the tubules from the basement membranes. The process was accompanied by desquamation of epithelial cells with the formation of cellular detritus in the tubule cavity. Acute tubulo-interstitial nephritis was noted in interstitial tissue, which manifested itself in pronounced interstitial edema, accumulation of leukocytes and fullness of blood vessels. In addition, there are signs of acute pyelonephritis, which are expressed by a multifocal accumulation of leukocytes in the interstitial tissue and pelvis. Measurements of the vascular glomerulus were carried out, as well as the overflow of blood vessels. Analyzing the data of our studies, we came to the conclusion that prolonged exposure to urolithiasis, which leads to complete obstruction of the urinary tract in guinea pigs, causes severe destructive changes in the epithelium of the proximal tubules of the kidneys, and leads to acute pyelonephritis and acute tubulointerstitial nephritis.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 131 - 144

Табл. 3. Ил. 1. Библ. 16

### **Генетическое разнообразие в популяциях кур Русская белая, Пушкинская и Корниш на основе анализа гомозиготных районов**

Рейнбах Н. Р., Вахрамеев А. Б., Рябова А. Е., Макарова А. В., Федорова З. Л., 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»

### **Genetic diversity in populations of Russian White, Pushkin and Cornish chickens on the basis of homozygous areas analysis**

Reinbah, N. R.

miss.reynbah@yandex.ru

Vakhrameev, A. B.

ab\_poultry@mail.ru

Ryabova, A. E.

aniuta.riabova2016@yandex.ru

Makarova, A. V.

admiralmak@mail.ru

Fedorova, Z. L.

zoya-fspb@yandex.ru

**Ключевые слова:** ДНК, SNP, Gallus gallus, ROH.

**Keywords:** DNA, SNP, Gallus gallus, ROH.

### **Реферат**

Проведено сравнительное изучение распределения гомозиготных районов в породах кур русская белая, пушкинская и корниш, для выявления связи между результатами селекции и признаками продуктивности. Материалом для исследования являлось ДНК от 3 этих пород кур, содержащихся в биоресурсной коллекции г. Пушкин. Скрининг образцов ДНК проводился микрочипом Illumina Chicken 60K SNP iSelect BeadChip («Illumina», США). Поиск гомозиготных районов по отдельным хромосомам проводился с помощью программы PLINK 1.9 и с помощью библиотеки detectRuns в Rstudio. Выявлены гомозиготные районы

с частотой встречаемости 50% и выше на хромосомах 1–9, 11, 12 и 15. Было отмечено, что на первой хромосоме у более чем 50% особей у породы корниш и пушкинская имеются общие локусы накопления гомозиготных районов в районе участка 17,5–21,5 Мб (мегабаз). Имеются также общие участки, накопленные у более 50% особей у породы пушкинская и русская белая в районе 42,7–44,7 Мб и 158–161 Мб. Накопленное большое количество гомозиготных районов у породы корниш обуславливается ее спецификой выведения, поскольку данная порода предназначается для промышленного производства. Породы Пушкинская и русская белая имеют более разнородную генетическую структуру, что подтверждается меньшим накоплением гомозиготных районов. Дальнейший план исследований предполагает более углубленный анализ отмеченных гомозиготных районов для поиска кандидатных генов и изучения их уровня экспрессии.

### Summary

A comparative study of the distribution of homozygous regions in the Russian White, Pushkin, and Cornish chicken breeds was carried out to identify the relationship between the results of breeding and productivity traits. The material for the study was DNA from three of these chicken breeds contained in the bioresource collection of Pushkin. DNA samples were screened using the Illumina Chicken 60K SNP iSelect BeadChip microchip (Illumina, USA). Homozygous regions on individual chromosomes were searched using the PLINK 1.9 program and the detectRuns library in Rstudio. Homozygous regions with a frequency of 50% or higher were identified on chromosomes 1–9, 11, 12, and 15. It was noted that on the first chromosome in more than 50% of individuals of the Cornish and Pushkin breeds there are common loci accumulating homozygous regions near the 17.5–21.5 Mb (megabase) region. There are also common loci accumulated in more than 50% of individuals in Pushkin and Russian White breeds in the region of 42.7–44.7 Mb and 158–161 Mb. The accumulated large number of homozygous areas in the Cornish breed is due to its specific breeding, since this breed is intended for industrial production. The Pushkin and Russian White breeds have a more heterogeneous genetic structure, which is confirmed by the lower accumulation of homozygous regions. The further research plan involves a more in-depth analysis of the marked homozygous regions to search for candidate genes and study their expression levels.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 145 - 161  
Табл. 4. Ил. 5. Библ. 14.

**Продуктивность культур севооборота, вынос элементов питания и оплата удобрений при применении их и гумата**

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

О.А. Власова, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный центр агрохимической службы «Вологодский»;

Л.В. Никитина, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»;

А.А. Науменко, М.А. Розова, Д.А. Прохоров, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Productivity of crops in rotation, removal of nutrition compounds and payment for fertilizers when using them and humate**

Chukhina, o.v.

[ochukhina@mail.ru](mailto:ochukhina@mail.ru)

Vlasova, O. A.

[agrohim\\_35@mail.ru](mailto:agrohim_35@mail.ru)

Nikitina, L.V.

[kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Naumenko, A. A.

[klypina.sasha@yandex.ru](mailto:klypina.sasha@yandex.ru)

Rozova, M. A.

[mary.rozova2015@yandex.ru](mailto:mary.rozova2015@yandex.ru)

Prokhorov, D. A.

[Pr1998@yandex.ru](mailto:Pr1998@yandex.ru)

**Ключевые слова:** продуктивность севооборота, дозы удобрений, оплата удобрений, вынос элементов питания, азот, фосфор, калий.

**Keywords:** crop rotation productivity, fertilizer doses, payment of fertilizers, removal of nutrition compounds, nitrogen, phosphorus, potassium

## Реферат

Материалы публикации посвящены результатам экспериментального исследования по изучению влияния применения различных доз удобрений и гумата на продуктивность культур севооборота, включающего однолетние травы (викоовсяную смесь, озимую рожь, картофель, ячмень), вынос элементов питания культурами с урожаем, агрономическую эффективность изучаемых доз удобрений. Почва опытного участка – дерново-подзолистая (д.-п.) среднесуглинистая, средней окультуренности. Повторность опыта 4-кратная, размещение вариантов – усложненно систематическое, размер делянки 14 м x 10 м, площадь делянки – 140 м<sup>2</sup>, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. Схема опыта в годы исследований представляет собой: вариант без удобрений (контроль) (1), вариант с применением припосевного и припосадочного удобрений культур  $N_{17}P_{17}K_{12}$  (2), два варианта исследуемых минеральных систем удобрения, различающихся дозой азота  $N_{93}P_{41}K_{136}$  и  $N_{126}P_{41}K_{136}$  (3, 4), вариант органо-минеральной системы, эквивалентный по дозе удобрений третьему варианту минеральной системы удобрений  $N_{58}P_{20}K_{111}$  + 40 т/га перепревшего навоза (5). В опыте изучалось два фактора – фактор А – удобрения, фактор Б – гумат Na, поэтому каждая делянка делилась на две половины и одна не обрабатывалась гуматом, а другая – обрабатывалась гуматом из расчёта 0,5 кг/га при расходе рабочего раствора воды 250 л. Методы исследований – общепринятые. В среднем за 2020–2021 годы исследований продуктивность севооборота при применении удобрений достигла 4,3–6,1 т к.ед./га в год, что обеспечило 110–122% планового уровня при расчётных системах удобрения культур. Применение гумата увеличило продуктивность на 0,3–0,5 т к.ед./га/год. Выход основной продукции мало менялся в зависимости от изучаемых доз удобрений и гумата, составил в среднем за годы исследований 86–87%. Различные дозы удобрений увеличивали вынос азота в 1,2–1,9 раза, фосфора – в 1,3–1,8 раза и калия в 1,3–1,9 раза по сравнению с контролем. Гумат Na повышал вынос азота на 3–9%, фосфора на 6–7%, калия – на 3–4%. Расчётные дозы удобрения культур обеспечили оплату 1 кг д.в. удобрений прибавкой в 7,0–8,2 кг к.ед. Применение гумата увеличило оплату 1 кг д.в. удобрений на 0,4–2,2 кг к.ед. Наибольшее значение при этом достигнуто при применении минимальных доз удобрений.

## Summary

The article presents the experimental study results concerning the effect of various fertilizer and humate doses on productivity of crops in rotation, including annual grasses (vetch-oat mixture, winter rye, potato,

barley), the removal of nutrients by crops with the harvest, the agronomic efficiency of the studied fertilizer doses. The soil of the experimental plot is soddy-podzolic, medium loamy, of medium cultivation. The repetition of the experiment is 4-fold, the placement of variants is systematically complicated, the size of the plot is 14m x 10m, the area of the plot is 140 m<sup>2</sup>, the registration area for 2-factor studies is at least 24 m<sup>2</sup>. The experiment scheme for the years of research is as follows: a non-fertilizer variant (control) (1), a sowing and planting fertilizer N<sub>17</sub>P<sub>17</sub>K<sub>12</sub> variant (2), two variants of the studied mineral fertilizer systems, differing in nitrogen dose of N<sub>93</sub>P<sub>41</sub>K<sub>136</sub> and N<sub>126</sub>P<sub>41</sub>K<sub>136</sub> (3, 4), an organo-mineral system variant, being an equivalent in fertilizer dose to the third variant of the mineral fertilizer system N<sub>58</sub>P<sub>20</sub>K<sub>111</sub> + 40 t/ha of rotted manure (5). In the experiment, the two factors have been studied, that is factor A – fertilizers and factor B – Na humate, therefore, each plot has been divided into two halves. The first half has not been treated with humate, and another one has been treated with humate at the rate of 0.5 kg/ha at a flow rate of a working water solution of 250L. The research methods are universally accepted ones. In 2020-2021 the crop rotation productivity after fertilizer application has reached 4.3 - 6.1 tons of fodder units/ha per year in average, which has provided 110 - 122% of the planned level of the calculated fertilizing systems. Humate application has resulted in increasing productivity by 0.3 - 0.5 t fodder units/ha per year. The output of the main products has changed little depending on the studied doses of fertilizers and humate, amounting to an average of 86 - 87% over the years of research. Various doses of fertilizers have increased nitrogen removal by 1.2 - 1.9 times, phosphorus removal - by 1.3 - 1.8 times and potassium removal - by 1.3 - 1.9 times compared to the control. Na humate has increased nitrogen removal by 3-9%, phosphorus removal by 6-7%, and potassium removal by 3-4%. The calculated fertilizer doses have provided payment for 1 kg of primary fertilizer nutrient with an increase of 7.0 - 8.2 kg of fodder units. Humate application has increased payment for 1 kg of primary fertilizer nutrient by 0.4 - 2.2 kg fodder units. The highest value has been achieved under the minimum fertilizer doses.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 162 - 175  
Табл. 3. Библ. 7.

**Моделирование зависимости продуктивности культур севооборота от гидротермического коэффициента, доз удобрений, содержания подвижных форм фосфора и калия в почве**

О.В. Чухина, О.А. Шихова, А.А. Козлов, Н.И. Башкин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

О.А. Власова, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

Л.В. Никитина, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

**Ключевые слова:** продуктивность севооборота, дозы удобрений, гидротермический коэффициент, содержание подвижного фосфора, подвижный калий, взаимосвязь, регрессия, линейная зависимость.

**Keywords:** crop rotation productivity, doses of fertilizers, hydrothermal coefficient, mobile phosphorus content, mobile potassium, relationship, regression, linear dependency.

**Modeling the dependence of cropping productivity on the hydrothermal coefficient, fertilizer doses, content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil**

Chukhina, O.V.

[ochukhina@mail.ru](mailto:ochukhina@mail.ru)

Shikhova, O. A.

[oksana-shikhova@yandex.ru](mailto:oksana-shikhova@yandex.ru)

Vlasova, O. A.

[agrohim\\_35@mail.ru](mailto:agrohim_35@mail.ru)

Nikitina, L.V.

[kalinik@bk.ru](mailto:kalinik@bk.ru)

Kozlov, A. A.

[adik.kozlov@mail.ru](mailto:adik.kozlov@mail.ru)

Bashkin, N. I.

[npolluks@mail.ru](mailto:npolluks@mail.ru)

## Реферат

В статье по результатам 28 лет исследований при применении различных доз удобрений выявлены закономерности изменения продуктивности севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Вологодской области и гидротермических коэффициентов (ГТК), содержания подвижных форм фосфора и калия и их взаимосвязь. Опытные данные были сформированы на основании 7 ротаций севооборота (наблюдения за 28-летний период) для пяти различных оптимальных комбинаций азота, фосфора и калия (всего 35 наблюдений): (1) – 0 кг д.в. удобрений (контроль), (2) – N24 P20 K26 кг д.в. удобрений, (3) – N76 P37 K77 кг д.в. удобрений, (4) – N93 P33 K92 кг д.в. удобрений, (5) – N95 P41 K96 кг д.в./га удобрений. Повторность опыта – 4-х-кратная, размещение вариантов – усложненно систематическое, размер деланки 14 м x 10 м, площадь деланки – 140 м<sup>2</sup>, учётная при 2-факторных исследованиях – не менее 24 м<sup>2</sup>. Как показывают данные исследований, продуктивность культур севооборота возрастала с повышением доз вносимых удобрений и максимальной оказалась в среднем за 1-ю ротацию при применении минеральной системы удобрения N93 P33 K92 кг д.в./ га (4 вариант) и органоминеральной системы удобрения N95 P41 K96 кг д.в. / га (5 вариант), которая составила 5,7 т/га К.Е. Самой высокой оказалась продуктивность в среднем за 7-ю ротацию севооборота, которая соответствовала на 4 и 5 вариантах 7,2–7, 4 т К.Е./ га. Во 2–6-й ротациях севооборота также выделились 4 и 5 варианты – варианты с максимальными дозами вносимых удобрений. Модель регрессии, описывающая зависимость продуктивности севооборота от ГТК, уровней содержания подвижного фосфора и калия, показывает, что увеличение содержания в почве подвижных форм фосфора и калия на 1 мг/кг будет положительно влиять на продуктивность севооборота: при увеличении содержания подвижного калия ( $X_2$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания фосфора продуктивность севооборота увеличивается в среднем на 0,0255 т К.Е./га; при увеличении подвижного фосфора ( $X_1$ ) на 1 мг/кг почвы при фиксированном уровне содержания калия продуктивность севооборота будет также увеличиваться в среднем на 0,00017 т К.Е./га, при увеличении обоих веществ на 1 мг/кг почвы можно ожидать рост продуктивности в среднем на 0,0256 т К.Е./га.

## Summary

The article presents the results of 28 years of research with the use of various doses of fertilizers, the patterns of changes in the productivity of

crop rotation on soddy-podzolic medium loamy soil of the Vologda region and hydrothermal coefficients (HTC), the content of mobile forms of phosphorus and potassium and their relationship were revealed. Experimental data were formed on the basis of 7 crop rotations (observations over a 28-year period) for five different optimal combinations of nitrogen, phosphorus and potassium (35 observations in total): (1) – 0 kg a.i. fertilizer (control), (2) – N24 P20 K26 kg a.i. fertilizer, (3) – N76 P37 K77 kg a.i. fertilizer, (4) – N93 P33 K92 kg a.i. fertilizer, (5) – N95 P41 K96 kg a.i./ha of fertilizer. The repetition of the experiment is 4-fold, the placement of variants is systematically complicated, the size of the plot is 14m x 10m, the area of the plot is 140 m<sup>2</sup>, the accounting area for 2-factor studies is at least 24 m<sup>2</sup>. As research data show, the productivity of crop rotation crops increased with a rise in the doses of applied fertilizers and turned out to be maximum on average for the 1st rotation when using the mineral fertilizer system N93 P33 K92 kg AI/ha (variant 4) and the organomineral fertilizer system - N95 P41 K96 kg a.i. / ha (variant 5), which amounted to 5.7 t/ha of a. unit. The highest productivity turned out to be on average for the 7th rotation of the crop rotation, which corresponded to 7.2–7.4 tons of units/ha in the 4th and 5th variants. In the 2–6th rotations of the crop rotation, variants 4 and 5 were also distinguished – variants with the maximum doses of applied fertilizers. The regression model describing the dependence of crop rotation productivity on HTC, levels of mobile phosphorus and potassium content shows that an increase in the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil by 1 mg/kg will have a positive effect on crop rotation productivity: with an increase in the content of mobile potassium (X2) by 1 mg/kg of soil at a fixed level of phosphorus content, the productivity of crop rotation increases by an average of 0.0255 t KE/ha; with an increase in mobile phosphorus (X1) by 1 mg/kg of soil at a fixed level of potassium content, crop rotation productivity will also increase by an average of 0.00017 t KE/ha, with an increase in both substances by 1 mg/kg of soil, one can expect productivity growth by an average of 0.0256 t KE/ha.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]

с. 176 - 187

Табл. 2. Ил. 3. Библ. 15.

### **Технологическая совместимость молочного и растительно-го сырья при создании напитка, заменяющего кофе**

А.А. Абабкова, АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина

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

А.Л. Новокшанова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ питания и биотехнологии»

### **Technological compatibility of dairy and vegetable raw materials in the creation of a drink replacing coffee**

Ababkova, A.A. Joint-Stock Company «Educational and Experimental Dairy Plant» of the Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin”

primadonna.88@yandex.ru

Novokshanova, A.L. Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology»

novokshanova@ion.ru

Matveeva, N.O. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin»

natalia.natashonok@yandex.ru

**Ключевые слова:** питьевой молочный напиток, кофейный напиток, сухое обезжиренное молоко, порошок ячменя, сироп топинамбура.

**Keywords.** drinking milk drink, coffee drink, skimmed milk powder, barley powder, jerusalem artichoke syrup.

### **Реферат**

Для создания низкожирного молочного напитка – заменителя кофе – использовано сухое обезжиренное молоко и порошок ячменя в количестве 7 % от массы молочной основы. Сочетанием этих ингредиентов достигнуто повышенное содержание белка в напитке – 7,8 % и незначительное количество жира – 0,2 %, а также приятный молочно-зерновой вкус. Сладость сформирована добавлением сиропа топинамбура в количестве 4 %. Способность образцов сохранять начальные свойства

при хранении исследовали микробиологическим методом и по показателю активной кислотности. Реологические характеристики образцов продукта определяли на ротационном вискозиметре Fungilab SMART серии R. Распределение частиц ячменного порошка изучено на световом микроскопе Axio Imager Z1 Carl Zeiss. Срок годности напитка 15 суток установлен с учетом коэффициента резерва путем хранения образцов кофейного напитка при  $(4,0 \pm 2,0)$  °C. Методом ротационной вискозиметрии выявлено полное восстановление структуры после механического разрушения и улучшение показателя потери вязкости в образцах после холодильного хранения по сравнению с образцами сразу после получения. Благодаря высокой пищевой ценности и отсутствию кофеина продукт может быть рекомендован для непосредственного употребления в пищу всеми группами населения, в том числе в системе питания детских и санаторных учреждений.

### Summary

To create a low-fat milk drink substitute for coffee, skimmed milk powder and barley powder in an amount of 7% milk base were used. The combination of these ingredients has achieved an increased protein content of 7.8% in the drink and an insignificant amount of fat – 0.2%, as well as a pleasant milk-grain taste. The sweetness is formed by adding jerusalem artichoke syrup in an amount of 4%. The ability of the samples to retain their initial properties during storage was studied by the microbiological method and by the indicator of active acidity. The rheological characteristics of the product samples were determined using a Fungilab SMART rotary visimeter of the R series. The distribution of barley powder particles was studied using an Axio Imager Z1 Carl Zeiss light microscope. The shelf life of the drink for 15 days is set taking into account the reserve coefficient by storing coffee drink samples at  $(4.0 \pm 2.0)$  °C. The rotational viscometry method revealed a complete restoration of the structure after mechanical destruction and an improvement in the viscosity loss index in the samples after cold storage compared with the samples immediately after receipt. Due to the high nutritional value and the absence of caffeine, the product can be recommended for direct consumption by all groups of the population, including in the nutrition system of children's and sanatorium institutions.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3 (47)]

с. 188 - 204

Табл. 4. Ил. 1. Библ. 25.

### **Промышленное сыроделие Беларуси. Предприятие СООО «Белсыр»**

М.В. Базылев, В.Н. Минаков, Е.И. Левкин, В.В. Линьков, Учреждение высшего образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»

#### **Industrial cheese-making of Belarus. Enterprise JLLC «BELSYR»**

Bazylev, M.V.

mibazylev@yandex.ru

Minakov, V.N.

minak67@mail.ru

Levkin, E.I.

onegin117@mail.ru

Linkov, V.V.

linkovvitebsk@mail.ru

**Ключевые слова:** производство сыра, ассортимент, молоко-сырьё, развитие предприятия, инвестиционная составляющая, экономика производства.

**Keywords.** cheese production, assortment, raw milk, enterprise development, investment component, production economics.

#### **Реферат**

Исследования проводились при изучении статистических показателей (данных государственной статистики Республики Беларусь за 2016–2020 гг.) производства сыра и в 2018–2020 гг. при производственном изучении хозяйственно-экономической деятельности крупнейшего в Республике Беларусь предприятия, занимающегося производством различных видов и сортов сыра СООО «Белсыр». Исследования включали наблюдения и учёты, анализ полученной информации. Методика исследований общепринятая. Методологическая база исследований включала использование методов сравнения, логического, синтеза, прикладной математики. Результаты исследований показывают, что в промышленном сыроделии Беларуси задействовало 34 предприятия среди которых особенно выделяются ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»,

СООО «Белсыр» и другие. При этом общее производство сыров за годы исследований неуклонно увеличивалось: в 2016 г. производство сыров (кроме плавленых) составило 191,4 тыс. т, в 2020 г. – 270,7 тыс. т, показывая прирост в 41,4 %. Изучение ведущего сыродельческого предприятия Беларуси СООО «Белсыр» показало, что в 2020 году общее производство различных видов и наименований сыров здесь составило 8,4 тыс. т, имея 3,1 % удельного веса в общереспубликанских объёмах сыроделия. В представленной публикации также рассматриваются вопросы ассортимента при производстве и реализации получаемой на СООО «Белсыр» пищевой продукции, вопросы количества и качества молока-сырья, причины уменьшения прибыли и направленность в инвестиционной деятельности фирмы. В целом делается предложение о расширении в больших масштабах отмеченного опыта производственного развития СООО «Белсыр», реализующего свою продукцию исключительно на рынках Беларуси и Российской Федерации, что способствует упрочению не только экономических, но и социокультурных связей между дружественными соседними государствами.

### **Summary**

The article presents the research carried out in the study of statistical indicators (statistical data of the Republic of Belarus for 2016–2020) of cheese production and, in 2018–2020 in the production study of the economic activity of the largest enterprise in the Republic of Belarus engaged in the production of various types and varieties of cheese JLLC «Belsyr». The studies included observations and records, analysis of the information received. The research methodology is generally accepted. The methodological basis of the research included the use of methods of comparison, logical, synthesis, applied mathematics. The results of the research show that 34 enterprises have been involved in the industrial cheese-making of Belarus, among which JSC Savushkin Product, JSC Slutsk Cheese-Making Plant, JLLC Belsyr and others stand out. At the same time, the total production of cheese has been steadily increasing over the years of research: in 2016, the production of cheese (except processed) amounted to 191.4 thousand tons, in 2020 - 270.7 thousand tons, showing an increase of 41.4%. A study of the leading cheese-making enterprise in Belarus JLLC «Belsyr» showed that in the same 2020, the total production of various types and types of cheeses here amounted to 8.4 thousand tons, having a 3.1% share in the republican volumes of cheese-making. The presented publication also discusses the issues of the assortment in the production and sale of food products received at JLLC «Belsyr», questions of the quantity and quality of raw milk, the reasons for

the decrease in profits and the direction in the investment activities of the company. In general, a proposal is made to expand on a large scale the noted experience in the production development of JLLC «Belsyr», which sells its products exclusively in the markets of Belarus and the Russian Federation, which contributes to the strengthening of not only economic, but also socio-cultural ties between friendly neighboring states.

[Молочнохозяйственный вестник, 2022, № 3(47)]  
с. 205 - 217  
Табл. 4. Ил. 1. Библ. 14.

### **Разработка рецептуры пасты сливочной с соблюдением макронутриентного баланса**

А.Л. Новокшанова, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

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

### **Development of a creamy pasta recipe with the observance of macronutrient balance**

Novokshanova, A.L. Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology »  
novokshanova@ion.r

Matveeva, N.O. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin»  
natalia.natashonok@yandex.ru

**Ключевые слова:** продукт сбалансированного состава, молочное сырье, органолептические показатели, физико-химические показатели, физико-механические показатели.

**Keywords:** product of balanced composition, raw milk, organoleptic indicators, physical and chemical parameters, physical and mechanical parameters.

### **Реферат**

В свете современных представлений адекватным считается рацион, энергетическая ценность которого на 12–14 % обеспечена белками (Б), на 30 % – жирами (Ж) и на 56–58 % – углеводами (У). В пересчете на массу макронутриентов эту зависимость можно представить формулой Б:Ж:У = 1:1:4. Такое соотношение нутриентов довольно сложно реализуемо на практике при разработке рецептур и технологий пищевых продуктов вследствие их многокомпонентности. Для приготовления образцов пасты сливочной с соблюдением макронутриентного баланса (г. Вологда, РФ) использовали сухое обезжиренное молоко с массовой долей сухих веществ 95,0 %, сливки и молоко с массовой долей жира 35,0

% и 2,5 % соответственно, крахмал с массовой долей сухих веществ 97,0 %, сироп с массовой долей углеводов 65,0 %, лимонную кислоту. Для улучшения консистенции применяли стабилизатор на основе гуаровой и ксантановой камеди. Методами органолептического, физико-химического и реологического анализа выбрана рецептура с лучшими потребительскими показателями. Вкус и запах были охарактеризованы как насыщенные, умеренно сладкие с приятной кислинкой. Установлено, что основные физико-механические характеристики продукта связаны с соотношением между влагой и сухими веществами в нем. Вязкостные свойства во всех образцах преобладали над упругими, что характерно для представителей паст, которые, с одной стороны, характеризуются формоустойчивостью, а с другой, обладают способностью хорошо намазываться. Предложена модель продукта, обеспечивающая получение продукта с соблюдением энергетической ценности рациона Б:Ж:У = 1:1:4 и содержанием влаги 55 % и сухих веществ 45 %.

### Summary

In the view point of modern ideas, a diet is considered to be adequate, if the energy value is 12-14% provided with proteins (P), 30% with fats (F), and 56-58% with carbohydrates (C). In terms of the mass of macronutrients, this dependence can be represented by the formula P: F:C = 1:1:4. This ratio of nutrients is quite difficult to implement in practice when developing recipes and food technologies due to their multicomponent nature. To prepare samples of creamy pasta in compliance with the macronutrient balance (Vologda citz, Russia) used skimmed milk powder with a mass fraction of 95.0% solids, cream and milk with a mass fraction of fat 35.0% and 2.5%, respectively, starch with a mass fraction of 97.0% solids, syrup with a mass fraction of carbohydrates 65.0%, citric acid. To improve the consistency, a stabilizer based on guar and xanthan gum was used. By methods of organoleptic, physico-chemical and rheological analysis, a formulation with the best consumer indicators was selected. The taste and smell were characterized as rich, moderately sweet with a pleasant sourness. It is established that the main physical and mechanical characteristics of the product are related to the ratio between moisture and dry substances in it. Viscous properties in all samples prevailed over elastic ones, which is typical for representatives of pastes, which, on the one hand, are characterized by form stability, and on the other, have the ability to spread well. A product model is proposed that ensures the production of a product in compliance with the energy value of the diet P:F:C = 1:1:4 and a moisture content of 55% and dry matter of 45%.

# 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.