

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных исследований  
Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь  
от 2 февраля 2011 г. № 26



ISSN 2073-4794

Том 17  
№1(63)  
2024

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

**Адрес редакции:**

ул. Козлова, 29, г. Минск,  
220037, Республика Беларусь  
Тел./факс: (375-17) 252-55-70,  
395-39-71, 361-11-41 (редактор)  
e-mail: aspirant@belproduct.com

Редакция не несет ответственности  
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать  
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 22.03.2024.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 12,80.

Тираж 100 экз. Заказ 71.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

**Учредитель**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации  
Республики Беларусь (свидетельство  
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

Журнал включен в базу данных  
Российского индекса научного  
цитирования (РИНЦ)

**Подписные индексы:**

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственных подписчиков 012412



# FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 17, №1(63) 2024

## Founder:

**Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus"**

## Editor-in-Chief:

**Lovkis Zenon Valentinovich** – Chief Researcher of the Administration of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", Honored Scientist of the Republic of Belarus, Academician Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor

## Editorial Board:

**Meleschenya Aleksey Viktorovich** – Deputy Editor-in-Chief, General Director of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Economical Sciences, Associate Professor

**Akulich Alexandr Vasilyevich** – Vice-Rector for Scientific Work of the educational institution "Belarusian State University of Food and Chemical Technologies", Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with his consent)

**Gusakov Gordey Vladimirovich** – Director of the Republican Unitary Enterprise "Institute of the Meat and Dairy Industry", PhD of Economical Sciences (with his consent)

**Zhakova Kristina Ivanovna** – Scientific Secretary of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences

**Laptenok Natalya Sergeevna** – director of the research and production republican subsidiary unitary enterprise "Beltekhknokhle", PhD of Technical Sciences (with her consent)

**Lisitsin Andrey Borisovich** – Scientific Director of the Federal State Budgetary Scientific Institution "V.M. Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems", Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

**Morgunova Elena Mikhailovna** – Deputy General Director for Standardization and Quality of Food Products of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences, Associate Professor (with her consent)

**Petyushev Nikolay Nikolaevich** – Head of the Department of Technologies for Production of Root and Tuber Crops and New Technique of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences

**Roslyakov Yuriy Fedorovich** – Head of the Department of Technology of Bakery, Pasta and Confectionery Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

**Savenkova Tatyana Valentinovna** – Director of the Research Institute of Quality, Safety and Technologies of Specialized Food Products of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian University of Economics. G.V. Plekhanov", Doctor of Technical Sciences, Professor (with her consent)

**Sharshunov Vyacheslav Alekseevich** – Professor of the Department of Machines and Apparatus for Food Production of the Educational Institution "Belarusian State University of Food and Chemical Technologies", Honored Scientist of the Republic of Belarus, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

**Shepshelev Alexandr Anatolyevich** – Director of the State Scientific Institution "Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus", PhD of Technical Sciences, Associate Professor (with his consent)

**Mironova Natalya Pavlovna** – executive editor, Head of the Professional Development Center of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food"

The Journal is included in the List  
of Journals for Publication of the Results of Dissertation Research

Supreme Certifying Commission of the Republic of Belarus  
decree of 2 February 2011



ISSN 2073-4794

**Vol. 17**  
**№1(63)**  
**2024**

**PEER-REVIEWED SCIENTIFIC  
AND TECHNICAL JOURNAL**

# **FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES**

**The Journal was founded in 2008**

**Issued four times a year**

**Address of the Editorial Office:**  
29, Kozlova str., Minsk  
220037, Republic of Belarus  
Tel./Fax: +375-17-252-55-70,  
+375-17-395-39-71, +375-17-361-11-41  
(editor)  
E-mail [aspirant@belproduct.com](mailto:aspirant@belproduct.com)

Printed at UE "IVC Minfina"  
It is sent of the press 23.03.2024  
Format 60x84/8. Offset paper.  
NewtonC type. Offset printing.  
Printed pages 11,16.  
Publisher's signatures 12,80.  
Circulation 100 copies. Order 71.  
LP № 02330/89 of 3 March 2014  
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

**Subscription indexes**  
For individuals 01241  
For legal entities 012412

## **Founder**

Republican Unitary Enterprise "Scientific-  
Practical Centre for Foodstuffs of the National  
Academy of Sciences of Belarus"

Registered in Ministry of Information of the  
Republic of Belarus  
(Registration Certificate № 530 of July 2009)

The journal is included into  
the database of Russian Science  
Citation Index (RSCI)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Ловкис Е. З.</b> Качество как составляющая дальнейшего развития отрасли.....	6
<b>Зенькова М. Л., Акулич А. В.</b> Трансформация белка, крахмала и некрахмалистых веществ в процессе бланширования и стерилизации пророщенного зерна.....	11
<b>Комарова Н. В., Рябова К. С., Почипкая И. М., Алексеенко М. С.</b> Потенциал малоиспользуемых ягодных культур, произрастающих на территории Республики Беларусь, в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.....	22
<b>Дымар О. В., Яковлева М. Р.</b> Изучение возможности получения глубокодеминерализованной молочной сыворотки.....	32
<b>Шепшелев А. А., Соловьев В. В., Шустикова Ю. С., Юденко О. Н., Кулаковская В. И.</b> Кислотный гидролиз белково-хмелевого отстоя.....	39
<b>Лозовская Д. С., Дымар О. В.</b> Технологические аспекты термической и механической обработки молозива.....	46
<b>Соловьев В. В., Козинец А. И., Шустикова Ю. С.</b> Современные подходы переработки отходов солодовенного производства.....	56
<b>Зубковская О. Л., Шепшелев А. А., Рабочонок Н. Р., Матиевская А. Н., Балбуцкая Е. П.</b> Применение отходов виноделия в качестве вторичного сырья при изготовлении слабоалкогольных напитков.....	66
<b>Петюшев Н. Н., Евтушевская Л. В., Усеня Ю. С., Уложнинова М. Ю., Гоман Д. И., Шимановская Ю. А.</b> Особенности технологии производства низкобелковых безглютеновых снеков со сниженным содержанием жира.....	74
<b>Красовская Е. С., Почипкая И. М., Рябова К. С.</b> Исследование потребительских свойств рыбных паштетов с применением дескрипторно-профильного метода.....	79
<b>Комарова Н. В., Рябова К. С., Почипкая И. М., Алексеенко М. С.</b> Применение малоиспользуемых ягодных культур в производстве консервированной плодоовощной продукции.....	88
<b>Куликов А. В., Данилюк А. С., Зайченко Д. А., Садовский А. А.</b> Результаты исследований по использованию мембранных технологий в крахмалопаточном производстве.....	99

**CONTENTS**

<b>Lovkis E. Z.</b> Quality as an element of the further development of the industry .....	6
<b>Zenkova M. L., Akulich A. V.</b> Transformation of protein, starch and non-starchy substances during blanching and sterilization of sprouted grain .....	11
<b>Komarova N. V., Ryabova K. S., Pochickaya I. M., Alekseenko M. S.</b> Potential of underused berry crops growing in the territory of the Republic of Belarus in the prevention of cardiovascular diseases.....	22
<b>Dymar O. V., Yakovleva M. R.</b> Studying the possibility of obtaining deeply demineralized milk whey .....	32
<b>Shepshelev A. A., Soloviev V. V., Shustikova Yu. S., Yudenko O. N., Kulakovskaya V.I.</b> Acid hydrolysis of protein-hops sludge.....	39
<b>Lozovskaya D. S., Dymar O. V.</b> Technological aspects of thermal and mechanical processing of colostrum .....	46
<b>Solovyov V. V., Kozinets A. I., Shustikova Yu. S.</b> Modern approaches to processing waste of malting production.....	56
<b>Zubkouskaya O. L., Shepshelev A. A., Rabchonak N. R. , Matsiyenskaya H. N., Balbutskaya K. P.</b> Development of prescription formulations of low-alcohol beverages with the use of wine-making waste as secondary raw materials .....	66
<b>Petyushev N. N., Evtushevskaya L. V., Usenya Yu. S., Ulozhinova M. Yu., Goman D. I., Shimanovskaya Yu. A.</b> Features of technology for production of low-protein gluten-free snacks with reduced fat content.....	74
<b>Krasovskaya E. S., Pochitskaya I. M., Ryabova K. S.</b> Research of consumer properties of fish pates using the descriptive-profile method .....	79
<b>Komarova N. V., Ryabova K. S., Pochickaya I. M., Alekseenko M. S.</b> Potential of underused berry crops growing in the territory of the Republic of Belarus .....	88
<b>Kulikou A. V., Danilyuk A. S., Zaichenko D. A., Sadovsky A. A.</b> Research results on the use of membrane technologies in starch production .....	99

УДК 664:658.56

Поступила в редакцию 22.01.2024  
Received 22.01.2024**Е. З. Ловкис***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***КАЧЕСТВО КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ  
ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ**

**Аннотация.** Качество произведенной продукции является важнейшей составляющей экономического развития государства. В современных условиях именно качество — определяющий ориентир конкурентной устойчивости экономики страны в целом и каждой организации в отдельности. Приведены результаты созданной в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» системы достижения качества.

**Ключевые слова:** качество, система, достижение качества, конкурентоустойчивость, пищевая продукция, знак качества.

**E. Z. Lovkis***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***QUALITY AS AN ELEMENT OF THE FURTHER  
DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY**

**Abstract.** The quality of products is the most important component of the economic development of the state. In modern conditions, it is quality that is the determining reference point for the competitive stability of the country’s economy as a whole and each organization individually. The article contains the results of the quality achievement system created at the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”.

**Key words:** quality, system, quality achievement, competitiveness, food products, quality mark.

**Введение.** Во всем мире производственные компании чрезвычайно ответственно подходят к качеству своей продукции, достигая таким путем конкурентоустойчивости. Она определяет имидж предприятия и узнаваемость бренда. В мире существуют всевозможные премии в области качества. Наиболее престижные — приз Деминга в Японии, национальная награда за качество Малкольма Болдриджа в США и Европейская награда за качество для компаний Европы.

В нашей стране с 1999 года учреждена премия Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества. Среди ее лауреатов как новички, так и предприятия, неоднократно подтверждавшие звание, что говорит в том числе и о стремлении завоевывать новые рынки. Это претенденты в будущем на присвоение Государственного знака качества.

2024 год в Республике Беларусь объявлен Годом качества, также подписан Указ №21 «О Государственном знаке качества» от 18.01.2024, который утверждает изображение знака качества — это пятиугольник красного цвета (рис. 1). В центре расположена стилизованная буква «К» и надпись «Беларусь». Пять углов символизируют такое сочетание характеристик продукции, как безопасность, экологичность, инновационность, технологичность и эстетичность. Чтобы получить эту высокую награду, отечественным предприятиям придется выдержать серьезную конкуренцию. Появление белорусского Знака качества базируется в значительной степени на разработанной в 2023 году общей концепции создания национального бренда и необходимости продвигать (в том числе через национальные торговые дома) белорусскую продукцию на международный рынок.



Рис. 1. Государственный знак качества  
Fig. 1. State quality mark

С целью многостороннего обеспечения качества и конкурентоспособности отечественной пищевой продукции в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведена значительная работа в сфере науки, подготовки кадров высшей квалификации и технологического развития. Предложена, создана и успешно функционирует инновационная модель системы достижения качества продовольственно-го сырья и пищевой продукции [1-4].



Рис. 2. Модель системы достижения качества пищевой продукции  
Fig. 2. Model of a system for achieving food quality

В ходе работы технического комитета по стандартизации Республики Беларусь ТК ВУ 16 «Продовольственное сырье и продукты его переработки» специалисты:

- ♦ рассматривают и вырабатывают предложения, направленные на проведение единой государственной научно-технической политики в области стандартизации;
- ♦ создали русскоязычную базу международных документов, устанавливающих требования к качеству, безопасности, идентификации продукции;
- ♦ провели анализ требований международных, европейских, национальных документов Республики Беларусь, подготовили аналитические таблицы;
- ♦ разрабатывают государственные стандарты Республики Беларусь;
- ♦ постоянно совершенствуют действующие технические нормативные правовые акты по государственной, международной и межгосударственной стандартизации по закреплённой области деятельности.

Показатели качества и безопасности и их контроль проводится на основании методов и методик, разработанных специалистами Республиканского контрольно-испытательного

комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (далее — РКИК), которые активно участвуют в сопровождении системы качества:

- ♦ участвуют в государственных научно-исследовательских программах и проектах прикладного характера, связанных с вопросами выполнения научно-исследовательских работ, проведения испытаний и исследований качества и безопасности пищевых продуктов и сырья для них, кормов и комбинированного сырья;
- ♦ разрабатывают и внедряют новые, современные методы и методики контроля качества и безопасности пищевых продуктов и сырья для них;
- ♦ проводят испытания пищевых продуктов и сырья для них, в соответствии с областью аккредитации;
- ♦ проводят научно-практические конференции и семинары, курсы повышения квалификации по контролю качества и безопасности пищевых продуктов и сырья.

Для защиты отечественного рынка от некачественной и фальсифицированной продукции лабораториями РКИК разрабатываются национальные стандарты на методы испытаний пищевой продукции авторские методики выполнения измерений, а также ежегодно оформляются около 7 тысяч протоколов испытаний на продовольственное сырье и пищевые продукты.

В РКИК создан Банк данных дополнительных показателей качества и компонентного состава отдельных видов продуктов с целью установления дополнительных показателей, которые позволят более объективно оценить их качество, идентифицировать продукцию конкретных производителей, выявить контрафактную и фальсифицированную продукцию.

Учитывая особую значимость для пищевых продуктов таких понятий, как вкус, цвет, запах, консистенция, на базе Центра была создана система центральных дегустационных комиссий (далее — ЦДК). ЦДК — коллегиальный орган, осуществляющий оценку органолептических характеристик пищевой продукции с использованием сенсорного анализа:

- ♦ новой пищевой продукции для постановки ее на производство;
- ♦ серийно изготавливаемой пищевой продукции;
- ♦ импортируемой пищевой продукции;
- ♦ пищевой продукции при возникновении разногласий между республиканскими органами государственного управления и иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, и (или) организациями, осуществляющими производство и оборот пищевой продукции, по вопросам ее качества;
- ♦ пищевой продукции, предназначенной для экспонирования на отечественных и международных выставках, ярмарках и конкурсах.

ЦДК созданы по группам пищевой продукции: кондитерская, масложировая, консервная, овощесушильная, включая картофелепродукты, пищевые концентраты и чайные напитки, алкогольная, мясная и молочная, хлебопекарная, которые за год рассматривают до 700 новых видов продуктов.

На базе отдела по подтверждению соответствия функционирует Орган по сертификации продукции, соответствующий требованиям СТБ ISO/ IEC 17065-2013, который осуществляет свою деятельность по следующим направлениям:

- ♦ оценка соответствия (сертификация) органической продукции и процессов ее производства;
- ♦ подтверждение соответствия продукции в Национальной системе подтверждения соответствия;
- ♦ подтверждение соответствия продукции на соответствие требованиям технических регламентов Евразийского экономического Союза (ЕАЭС).

Деятельность Органа по сертификации продукции направлена в первую очередь на то, чтобы подтвердить безопасность продукции для здоровья потребителей, установить, соответствует ли качество продукта установленным требованиям и исключить реализацию некачественного товара на территории Республики Беларусь.

Несмотря на строгий научный подход к вопросам качества, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию старается быть как можно ближе к самому потребителю. Именно поэтому основным девизом своей работы специалисты считают традиционное определение термина «качество» как совокупности свойств продукции, призванных удовлетворять потребность в соответствии с ее назначением. И мнение, требования, пожелания покупателей играют в этом процессе первостепенную роль.

В соответствии с этой целью решаются задачи по обеспечению изготовителя необходимыми стандартами, методиками, технологиями, по которым он будет производить продукцию, максимально удовлетворяющую потребителя. Если раньше стремились привести качество



производимой продукции в соответствие со стандартами здорового питания, то сегодня круг задач существенно расширился. Специалистами центра ежегодно разрабатывается свыше 500 наименований рецептур продуктов питания. Современный потребитель смотрит не только на состав продукта и его полезные характеристики, но и на удобство упаковки, вкусовые и визуальные качества.

Продолжая развитие в направлении «качество» специалисты Центра впервые в Республике Беларусь предложили товарный знак «Система достижения качества пищевых продуктов», свидетельство от 24.02.2016 г. № 57925 (рис. 3), подтверждающий соответствие продукта всем нормам качества и безопасности [5].

Изготовитель со своей стороны также должен стремиться к изучению своего потребителя, в чем наш Центр, безусловно, готов оказать помощь и поддержку. Более того, уже проводятся определенные мероприятия для реализации этих задач.



Рис. 3. Товарный знак «Система достижения качества пищевых продуктов»  
Fig. 3. Trademark “System for achieving food quality”

В частности, специалисты Центра, используя мировой опыт и мировые стандарты, приступили к активному внедрению потребительских маркетинговых исследований, имеющих под собой прочный научный фундамент. В ходе таких исследований удалось выяснить не только то, какой продукт выбирает потребитель, но и по каким причинам предпочтение отдается именно ему. После обработки данных ученые Центра составляют конкретные рекомендации для предприятий пищевой индустрии. Такая информация имеет большое значение для изготовителя, если он стремится сделать свой продукт более востребованным и конкурентоспособным на рынке. Выступая в роли связующего звена между изготовителем и потребителем, Центр оказывает не только теоретическую, но и практическую помощь. Конечно, одной из задач Центра является формирование теоретических основ и обеспечение комплексных фундаментальных и прикладных научных исследований, направленных на отработку методологии создания приоритетных конкурентоспособных продуктов питания. Но без тесного сотрудничества с изготовителем решать подобные задачи было бы невозможно. В этой связи Центр принимает активное участие в подготовке специалистов предприятий и повышении их квалификации: на обучающих семинарах собираются представители предприятий и производственных лабораторий для изучения новых стандартов качества, новых методов и приборов, различных инновационных исследований, последних научных разработок.

С целью повышения качества жизни каждого человека специалистами центра разработаны: «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2030 года» и «Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года» [6,7].

**Заключение.** Беларусь — страна, в которой удалось под единым началом сохранить такие важнейшие составляющие инфраструктуры качества, как стандартизация, метрология, аккредитация, испытания. Это позволяет поддерживать национальные стандарты на должном уровне и адаптироваться к требованиям новых рынков. Многие белорусские товары стали известными брендами и визитной карточкой нашей страны. Это стало возможным благодаря не только усилиям современных белорусов, но и тех, кто оставил нам основательный фундамент для новых достижений. Быть лучше во всем — такой будет наша основная цель в 2024 году. Достичь ее в новых реалиях будет непросто, но уже сегодня все предприятия страны ориентированы на свой конкретный результат. Появился шанс получить отличительный госзнак, который станет продолжением лучших традиций наших предшественников и стимулом двигаться дальше. Получить его смогут только самые лучшие производители товаров и услуг.

**Список использованных источников**

1. *Гарус, Е. З.* Модель достижения и контроля качества продуктов питания/ Е.З. Гарус // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., (Минск, 5–6 октября 2016)/ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — С.182–186.
2. *Ловкис, З. В.* Организационная структура системы достижения качества продовольственного сырья и пищевой продукции / З. В. Ловкис, Е. З. Ловкис, Е. М. Моргунова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — №4 (38). — С. 3–9.
3. *Ловкис Е. З.* Достижение конкурентоустойчивого развития пищевого предприятия / Е.З. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — №1(55). — С. 53–61,
4. *Гарус, Е. З.* Экономический механизм формирования системы достижения и контроля качества продовольственных товаров // автореф.дис. канд.эк.наук: 18.08.16 / Е.З. Гарус; Государственное предприятие «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси». — Минск, 2016. — 23 с.
5. *Ловкис, Е. З.* Продвижение товарного знака «Система достижения качества»/ Е.З. Ловкис // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XVI Междунар. на-уч.-практ. конф., (Минск, 5–6 октября 2017)/ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2017. — С.219–221.
6. *Ловкис, З. В.* Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова, Е.З. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — №1 (35). — С. 8–17.
7. *Ловкис, З. В.* Проект Концепции государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2030 года (с дополнениями и изменениями) / З.В. Ловкис, Е.З. Ловкис, А.В. Мелещенко, И.М. Почичкая // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2023. — Т. 16, №2 (60). — С. 8–14.
8. *Ловкис, З. В.* Безопасность и качество пищевых продуктов/ З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова // Наука и инновации. — 2017. — №12. — С. 35–39.
9. *Ловкис, З. В.* Инновационное развитие пищевой промышленности: аспекты теории и практики / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — 528 с.
10. *Ловкис, З. В.* Инновационная система национальной продовольственной конкурентоустойчивости: теория, методология и практика / З.В. Ловкис, Е.З. Ловкис, Ф.И. Субоч . — Минск: ИВЦ Минфина, 2021. — 383 с.

**Информация об авторе**

*Ловкис Елена Зеноновна*, кандидат экономических наук, начальник отдела по подтверждению соответствия РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [lovkiss\\_ez@list.ru](mailto:lovkiss_ez@list.ru)

**Information about authors**

*Lovkis Elena Zenonovna*, PhD (Economic), Head of Compliance Confirmation Department of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [lovkiss\\_ez@list.ru](mailto:lovkiss_ez@list.ru)

УДК 664.8.036.2

Поступила в редакцию 22.01.2024  
Received 22.01.2024**М. Л. Зенькова<sup>1</sup>, А. В. Акулич<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых  
и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь***ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕЛКА, КРАХМАЛА И НЕКРАХМАЛИСТЫХ  
ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ БЛАНШИРОВАНИЯ И СТЕРИЛИЗАЦИИ  
ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по структурным изменениям пророщенного зерна при бланшировании и стерилизации. Изучены технологические свойства пророщенного зерна при подготовке к консервированию. Наибольшее влияние на внешний вид пророщенного зерна оказывают изменения, происходящие с крахмальными гранулами при гидротермической обработке. С помощью микроскопа исследованы изменения в структуре эндосперма пророщенного зерна после бланширования и стерилизации. Описаны процессы, приводящие к нарушению целостности семенной оболочки пророщенного зерна.

**Ключевые слова:** пророщенное зерно, гидротермическая обработка, набухание зерна, структура пророщенного зерна.

**M. L. Zenkova<sup>1</sup>, A. V. Akulich<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Belarus State Economic University, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus***TRANSFORMATION OF PROTEIN, STARCH AND NON-STARCHY  
SUBSTANCES DURING BLANCHING AND STERILIZATION  
OF SPROUTED GRAIN**

**Abstract.** The article presents the results of studies of structural changes of sprouted grain during blanching and sterilization. The technological properties of sprouted grain in preparation for canning were studied. The changes occurring with starch granules during hydrothermal treatment have the greatest influence on the appearance of sprouted grain. Changes in the structure of the endosperm of sprouted grain after blanching and sterilization were investigated using a microscope. The processes leading to the disruption of the integrity of the seed coat of sprouted grain are described.

**Key words:** sprouted grain, hydrothermal treatment, grain swelling, structure of sprouted grain.

**Введение.** Одним из актуальных направлений в развитии консервной промышленности является разработка технологии продуктов с пророщенным зерном, поскольку, имея относительно невысокую стоимость, данное сырье имеет высокую пищевую ценность и может использоваться в межсезонный период. Известно, что злаковые культуры и гречиха являются источниками растительного белка, крахмала и некрахмалистых полисахаридов (пищевых волокон). При проращивании в регулируемых условиях данные вещества подвергаются изменениям, о чем свидетельствуют работы Алехиной Н.Н., Урбанчик Е.Н., Кузнецовой Е.А., Корячкиной С.Я., Науменко Н.В., Бережной О.В., Сафроновой Т.Н., Чумикиной Л.В., Коневай М.С., Faltermajer A., Zarnkow M., Becker T., Gastl M., Arendt E. K., Feng H., Nemzer B., Devries J., Lemmens E., Moroni A. V., Xie L., Jin Y., Du J., Zhang K. и других [1–11]. Исследования показывают, что изменения, происходящие с белком, крахмалом и некрахмалистыми веществами, зависят от продолжительности и условий проращивания зерна. Однако, до настоящего времени отсутствуют данные об изменении этих веществ в процессе его консервирования. Важным аспектом при использовании нового сырья является исследование

и описание его технологических свойств, влияние способов подготовки на качество полуфабрикатов и готовых изделий и позволяющие обосновать технологические решения в производстве различных продуктов [12-13].

На основе исследований Кретовича В.Л., Козьминой Н.П., Мальцева П.М., Кочеткова Н.К., Хорунженной С.И., Ленинджера А., Казакова Е.Д., Булгакова Н.И., Вакара А.Б., Дамодарана Ш., Кирка Л. Паркина, Оуэна Р. Феннема, Полумбрика М.О., проведенных в области биохимии и солодоращения зерна, химии углеводов, клейковины пшеницы, химии пищевых продуктов определена последовательность процессов изменения белка, крахмала, гемицеллюлоз, целлюлозы при подготовке и консервировании пророщенного зерна пшеницы и гречихи.

**Целью работы** является исследование трансформации белка, крахмала и некрахмалистых веществ, определяющих структуру пророщенного зерна при бланшировании и стерилизации.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследований являлись образцы пророщенной пшеницы и гречихи. Коэффициент набухания определяли весовым методом как отношение массы пророщенного зерна после бланширования и стерилизации к массе 100 г сухого зерна до проращивания. Содержание азота определяли по ISO 5983-2:2009 на автоматической установке Turbotherm для разложения по методу Кьельдаля с дистиллятором VaroDest и рассчитывали содержание белка путем умножения величины содержания азота на соответствующий коэффициент. Аминокислотный состав определяли по МВИ.МН 1363-2000 «Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии» на жидкостном хроматографе Agilent 1200.

Качество белка оценивали путем сравнения его аминокислотного состава с аминокислотным составом «идеального» белка с помощью расчета аминокислотного сора ( $P_i$ , %) по формуле:

$$P_i = \frac{A_i}{A_i^0} \times 100, \quad (1)$$

где  $A_i$  — содержание  $i$ -й незаменимой аминокислоты в белке изучаемого образца, мг/100 г белка;  $A_i^0$  — содержание  $i$ -й незаменимой аминокислоты в идеальном белке (эталоне), мг/100 г белка.

Избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, определяли коэффициентом различия аминокислотных скоров ( $K_p$ , %) по формуле:

$$K_p = \frac{\sum \Delta P}{n}, \quad (2)$$

где  $\Delta P$  — разность аминокислотного сора для каждой незаменимой аминокислоты по сравнению с одной из наиболее дефицитных;  $n$  — число незаменимых аминокислот.

Коэффициент  $K_p$  показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с уровнем сора лимитирующей аминокислоты, так как избыточное количество незаменимых аминокислот не используется на пластические нужды.

По величине  $K_p$  оценивали потенциальную биологическую ценность (коэффициент сопоставимой избыточности) ( $B$ , %) продукта по формуле:

$$B = 100 - K_p. \quad (3)$$

Если в данном белке все незаменимые аминокислоты находятся в необходимых пропорциях, то потенциальная биологическая ценность такого белка равна 100.

Изучали состояние крахмальных гранул в фиксированных препаратах на микроскопе Биомед-5.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Statistica (StatSoft).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Значительные морфологические изменения при проращивании зерна происходят в его эндосперме. Стенки клеток эндосперма, в которых заключены крахмальные гранулы, состоят в основном из некрахмалистых полисахаридов (арабиноксаланы, целлюлоза,  $\beta$ -глюканы и олигосахариды) и белков. Под действием имеющихся в зерне, а также вновь образующихся во время его прорастания ферментов (цитолитических, протеолитических и пектолитических), происходит гидролиз и растворение составных веществ стенок клеток эндосперма. При этом, стенки клеток алейронового слоя также становятся тоньше. Крахмальные гранулы легко подвергаются действию ферментов и примерно 5-10 % крахмала гидролизуются [14]. Известно, что крахмал, целлюлоза и гемицеллюлозы имеют гидроксильные группы, поэтому могут образовывать водородные связи

с одной и более молекулами воды и при этом набухать [15]. Этот процесс наблюдается на этапе замачивания и проращивания и не прекращается на этапах бланширования пророщенного зерна и стерилизации при его консервировании. Взаимодействие растительного белка с водой на этапе замачивания зерна и вначале бланширования пророщенного зерна зависит от последовательности аминокислотных остатков, соотношения гидрофильных и гидрофобных групп, наличия участков молекулы с разными структурными особенностями. Так, гидратационные свойства белков зависят от их водосвязывающей способности и растворимости [16, 17, 18]. Известно, что в белках пшеницы и гречихи содержится достаточное количество гидроксильных аминокислот (10 %) и глутамина, что объясняется их способностью хорошо связывать воду [16]. Поведение белков при замесе теста из пшеничной муки исследовано и описано учеными [18, 19]. Данные о трансформации белка в процессе консервирования пророщенного зерна пшеницы отсутствуют. Учитывая вышесказанное, задачей дальнейших исследований было определение потенциальной биологической ценности белка, а также выявление изменений, происходящих в пророщенном зерне при консервировании.

Пророщенную пшеницу и гречиху подвергали бланшированию при температуре от 65 °С до 98 °С в течение от 1 до 20 мин. в зависимости от вида зерна и стерилизации при температуре 125 °С в течение 23 мин.

Очевидно, что изменения свойств белка, крахмала и некрахмалистых веществ, происходящие в пророщенном зерне при бланшировании и стерилизации, обусловлены действием температуры в присутствии воды. При этих технологических процессах наблюдаются изменения в объеме зерен, они набухают и появляются зерна с треснувшей оболочкой. В связи с этим определено изменение массы пророщенного зерна пшеницы и гречихи при гидротермической обработке (бланшировании и стерилизации) по отношению к 100 г сухого зерна (рис. 1). Установлено, что наиболее интенсивное изменение массы зерна наблюдается при бланшировании пшеницы в течение 9–10 мин., а гречихи — в течение 3 мин. При этом коэффициент набухания зерна пшеницы составляет  $k_{\text{п}}=1,7$ , зерна гречихи  $k_{\text{г}}=1,9$ .

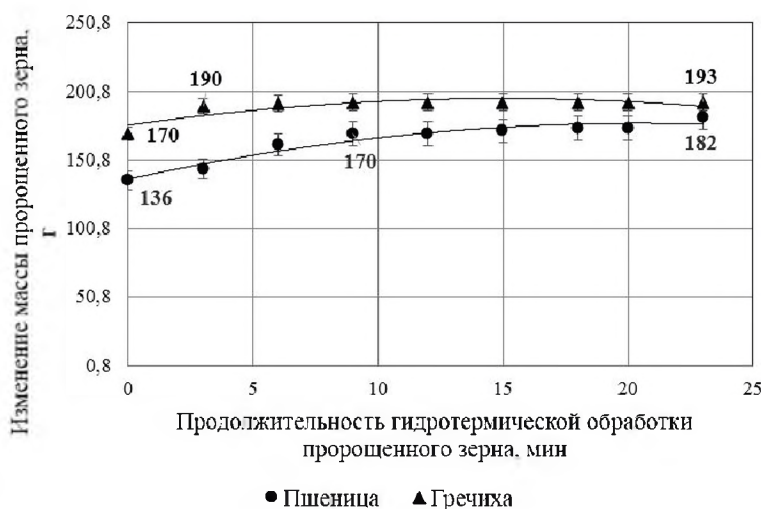


Рис. 1. Изменение массы пророщенного зерна при гидротермической обработке  
Fig. 1. Change in the weight of sprouted grain during hydrothermal treatment

Далее опытные образцы бланшированного зерна помещаются в упаковку, подвергаются стерилизации и после взвешиваются. Установлено, что процесс набухания зерна продолжается при стерилизации и коэффициенты для пшеницы и гречихи составляют соответственно  $k_{\text{п}}=1,82$  и  $k_{\text{г}}=1,93$ . Белок в пророщенной пшенице и гречихе находится в набухом состоянии. Свойства белков пшеницы отличаются от свойств белков гречихи. Также пшеница содержит белки, способные образовывать при замешивании теста клейковину [18, 19]. Под влиянием высоких температур белки денатурируют. Этот факт имеет первостепенное практическое значение, так как процесс денатурации белка представляет собой начало его деструкции и отражается на его биологической ценности. На этапе бланширования пророщенного зерна пшеницы происходит денатурация составных частей — глиадина, глутенина и других

белков, что соотносится с данными Вакара А.Б. [19], который исследовал процесс влияния температуры на свойства белка пшеницы. Таким образом, гидротермическая обработка пророщенной пшеницы и гречихи при температуре 90-125 °С приводит к денатурации и частичному разрушению белков. Поэтому белок не может влиять на набухание пророщенного зерна как при бланшировании, так и при стерилизации. Следует отметить, что образовавшиеся при бланшировании и перешедшие в воду фракции белка теряются вместе с бланшировочными водами, поэтому этот технологический этап должен осуществляться при минимальном гидромодуле и непродолжительное время. На данном этапе исследований изучен аминокислотный состав пророщенного зерна пшеницы и гречихи до и после бланширования и стерилизации (табл. 1), а также общее содержание белка до и после бланширования пророщенного зерна (рис. 2).

При исследовании аминокислотного состава пророщенного зерна пшеницы и гречихи выявлено, что после бланширования и стерилизации содержание аминокислот уменьшается. Изменения количества незаменимых и заменимых аминокислот при указанных технологических процессах составляет у пшеницы в среднем 23 %, у гречихи в среднем 10,3 % относительно их содержания в пророщенном зерне. Полученные результаты соотносятся с данными исследований ученых Воронежского государственного университета инженерных технологий [20].

Таблица 1. Аминокислотный состав пророщенного зерна пшеницы и гречихи до и после бланширования и стерилизации (мг на 100 г)  
Table 1. The amino acid composition of sprouted wheat and buckwheat grain before and after blanching and sterilization (mg per 100 g)

Показатели	Пророщенное зерно пшеницы	Пророщенное зерно пшеницы после бланширования и стерилизации	Пророщенное зерно гречихи	Пророщенное зерно гречихи после бланширования и стерилизации
<b>Незаменимые аминокислоты</b> в том числе:	1325,3±291,6	1021,4±224,7	1686,7±371,1	1513,7±333,0
валин	163,0±35,9	104,1±22,9	198,3±43,6	178,2±39,2
изолейцин	111,5±24,5	78,2±17,2	144,2±31,7	128,3±28,2
лейцин	415,5±91,4	304,8±67,1	341,6±75,2	310,5±68,3
лизин	120,4±26,5	80,2±17,6	201,8±44,4	181,2±39,9
метионин + цистин	106,2±23,4	66,3±14,6	124,4±27,4	112,0±24,6
треонин	72,3±15,9	43,3±9,5	72,0±15,8	65,5±14,4
триптофан	60,0±13,2	21,9±4,8	92,0±20,2	81,9±18,0
фенилаланин + тирозин	473,9±104,3	308,1±67,8	512,4±112,7	456,1±100,3
<b>Заменимые аминокислоты</b> в том числе:	5115,5±1125,4	3204,0±704,9	3836,9±844,1	3450,6±759,1
аланин	268,6±59,0	174,4±38,4	508,4±111,8	462,1±101,7
аргинин	265,4±58,4	195,5±43,0	466,5±102,6	419,5±92,3
аспарагиновая кислота	309,4±68,1	240,7±53,0	464,2±102,1	417,8±91,9
гистидин	26,7±5,9	не обнаружено	22,3±4,9	19,5±4,3
глицин	281,0±61,8	219,7±48,3	360,8±79,4	328,0±72,2
глутаминовая кислота	2456,4±540,4	1523,2±335,1	1097,2±241,4	976,4±214,8
пролин	958,4±210,8	609,3±134,1	623,1±137,1	560,4±123,3
серин	352,1±77,5	241,2±53,1	294,4±64,8	266,9±58,7
<b>Общее количество аминокислот</b>	6440,8±1417,0	4225,4±929,6	5523,6±1215,2	4964,3±1092,1
<b>Потенциальная биологическая ценность белка, %</b>		<b>68,3</b>		<b>45,9</b>

На рис. 2 представлено изменение содержания общего белка при бланшировании пророщенной пшеницы в течение 10 мин., а пророщенной гречихи в течение 3 мин. Установлена потеря общего белка с бланшировочными водами в количестве 6,2-8,8 % от его первоначального содержания в пророщенном зерне. Таким образом, бланширование пророщенного зерна приводит к потере общего белка и потенциальная биологическая ценность белка пророщенной пшеницы составляет 68,3 %, пророщенной гречихи — 45,9 % (табл. 1).

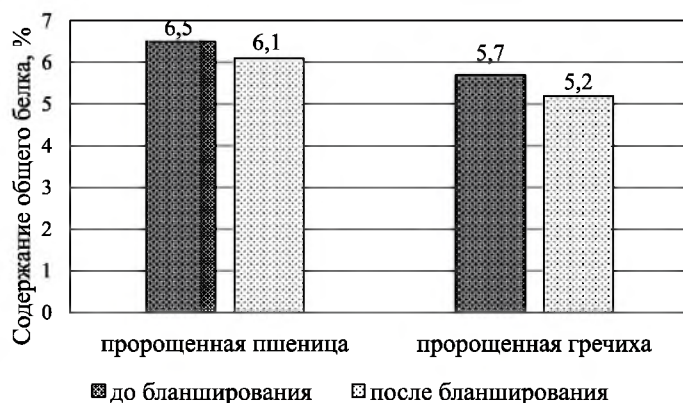


Рис. 2. Содержание общего белка до и после бланширования пророщенного зерна  
Fig. 2. Total protein content before and after blanching of sprouted grain

Особое внимание следует уделить крахмалу, который подвергается наиболее значимому изменению в процессе бланширования и стерилизации пророщенного зерна. Так состав гранул крахмала пшеницы составляет от 24 % до 26 % амилозы, а соотношение амилозы и амилопектина 1:3 [21], тогда как состав гранул крахмала гречихи составляет от 42 % до 52 % амилозы, а соотношение амилозы и амилопектина составляет 1:1 [22], что влияет на изменение их свойств при консервировании. Помимо набухания крахмала при замачивании зерна происходит его частичная деполимеризация при проращивании зерна пшеницы и гречихи. Особенностью является то, что большинство гранул крахмала состоят из смеси двух полимеров — почти линейного полисахарида амилозы (рис. 3) и разветвленного полисахарида амилопектина (рис. 4). Это определяет физические свойства крахмала, что необходимо учитывать при бланшировании и стерилизации пророщенного зерна.

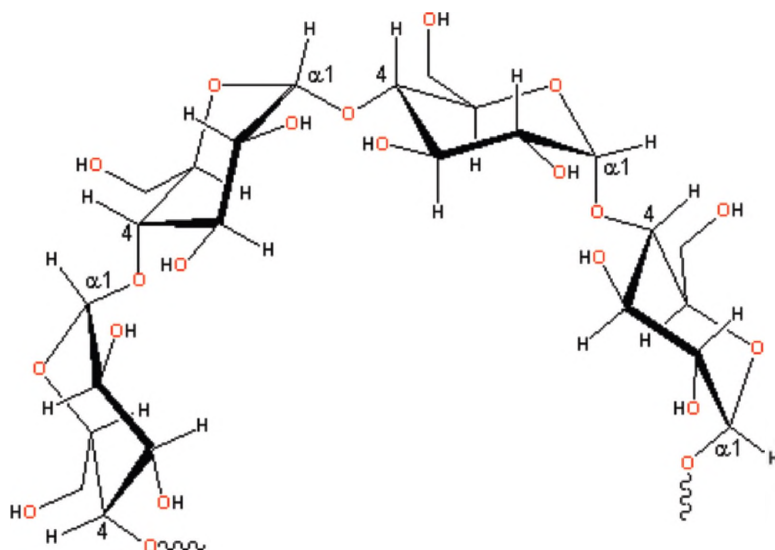


Рис. 3. Структура амилозы  
Fig. 3. Amylose structure

Известно, что эндосперм зерновых культур состоит из относительно тонкостенных клеток, внутри которых крахмальные гранулы расположены в белковой матрице, образуя монолитную структуру [15, 16, 23]. Гранулы крахмала состоят из радиально расположенных молекул амилозы и/или амилопектина (рисунок 5). По мере увеличения радиуса нарастает количество ветвей, образуя концентрические области чередующейся аморфной и кристаллической структуры между которыми проникает вода (рис. 5, б).

Радиально-упорядоченное расположение слоев в гранулах крахмала связано с двойным лучепреломлением гранул, свидетельством чего является поляризационный крест, видимый в поляризационном микроскопе (рис. 6) [23, 24].

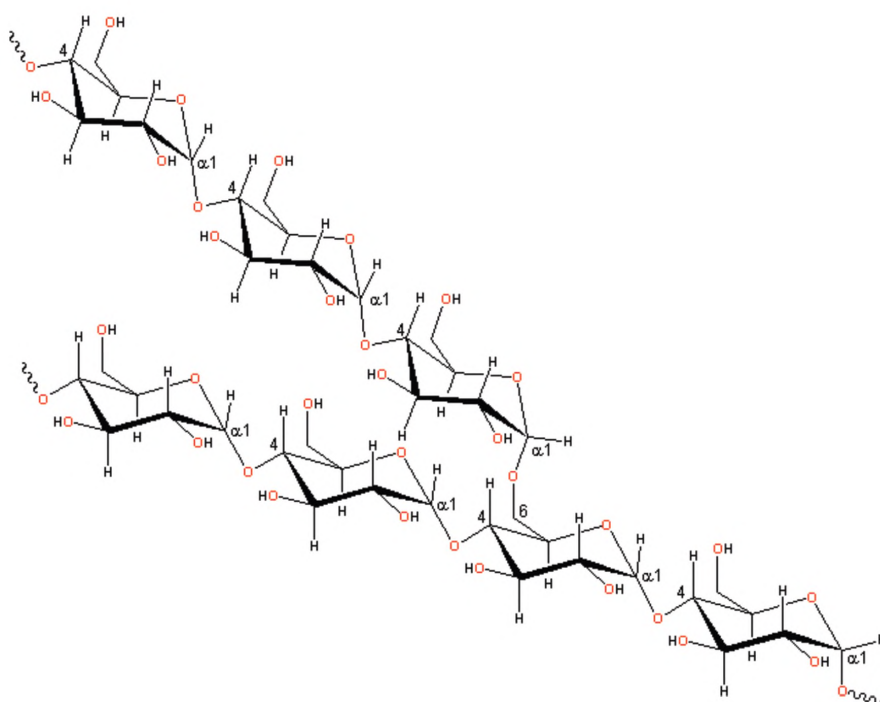
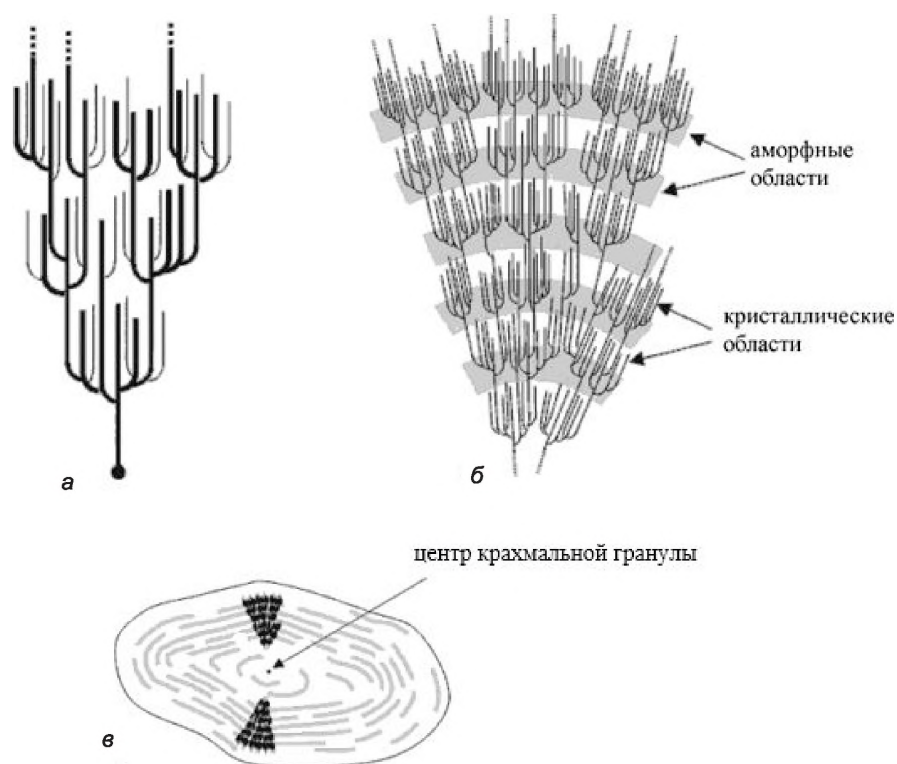


Рис. 4. Структура амилопектина  
Fig. 4. Amylopectin structure



а — структура амилопектина; б — пространственное расположение слоев крахмала;  
в — слоистая структура гранулы крахмала

Рис. 5. Строение гранулы крахмала  
Fig. 5. Starch granule structure



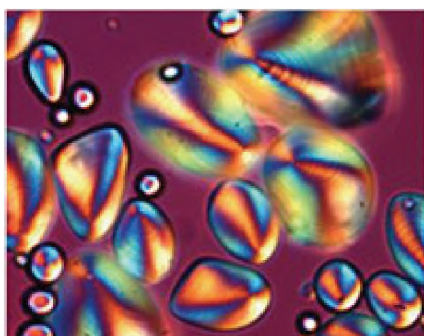


Рис. 6. Вид крахмальных гранул в поляризационном микроскопе  
Fig. 6. View of starch granules in a polarizing microscope

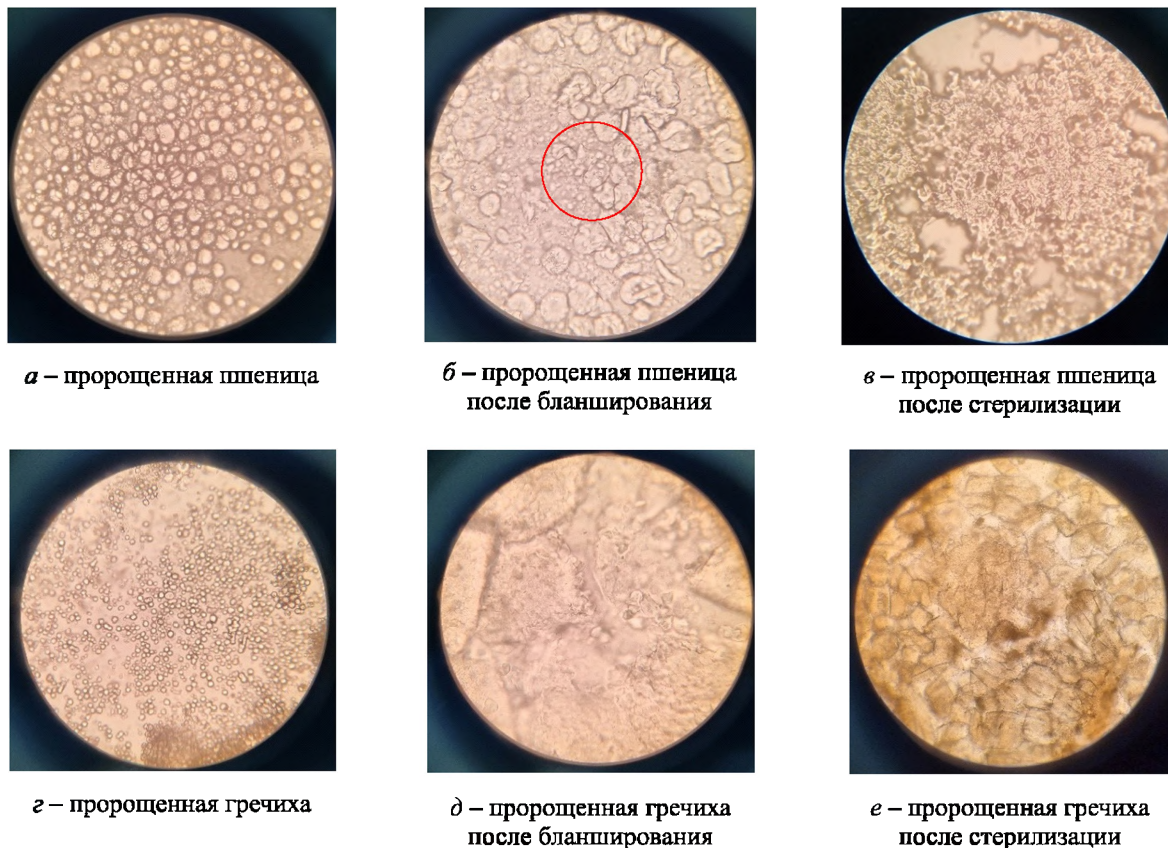
В связи с тем, что амилоза и амилопектин различаются по строению, гранула крахмала имеет свойства кристаллического и аморфного тела, что предопределяет различное поведение ее при разных температурах. Разветвленная структура молекул амилопектина обуславливает набухание крахмальных гранул без их растворения. Гранулы набухают, потому что вторичные связи ослабляются гидратацией. В некоторых крахмалах разветвленная структура сохраняется даже при температуре 120 °С. Самые большие и наиболее хрупкие гранулы крахмала набухают при более низкой температуре, чем мелкие, поэтому клейстеризация первых происходит легче [25].

Таким образом, в гранулах крахмала присутствуют как кристаллические, так и аморфные области, чередующимися слоями, которые определяют свойства крахмала набухать и клейстеризоваться при бланшировании и стерилизации. Неповрежденные гранулы крахмала в холодной воде нерастворимы, но поглощают воду, набухая, что наблюдается при замачивании и проращивании зерна (рис. 7, а, г). Когда молекулы воды проникают между полимерными цепями в грануле крахмала они разрывают межмолекулярные связи и образуют вокруг отдельных гранул гидратирующие слои [16, 26, 27]. Таким образом, гранулы крахмала лучше отделяются друг от друга и при нагревании продолжают набухать. В результате они прижимаются друг к другу и внутри зерновки образуется вязкий крахмальный клейстер. При этом структура гранул крахмала полностью утрачивается.

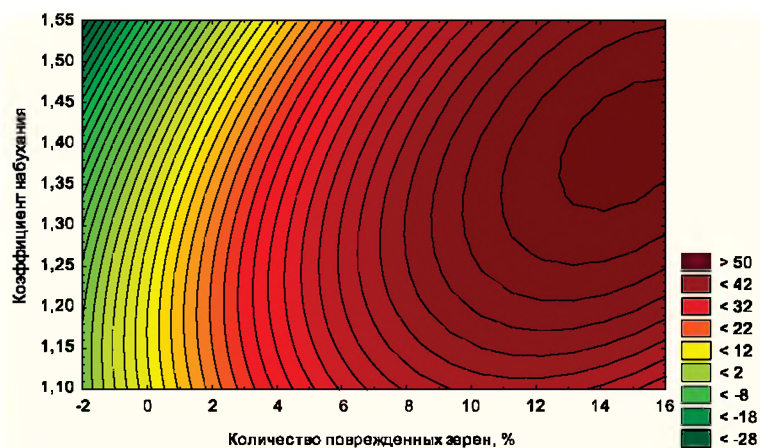
При подготовке к консервированию пророщенное зерно подвергается бланшированию в воде. При этом, когда гранулы нагреваются в избыточном количестве воды, структура гранул начинает исчезать (рис. 7, б), что свидетельствует о нарушении молекулярного порядка, разрыве гранул и образовании крахмального клейстера [16]. В результате набухания и разрыва гранул получается вязкая масса, состоящая из растворенной амилозы и/или амилопектина и остатков (фрагментов) гранул крахмала (рис. 7, б). Таким образом, после бланширования пророщенной пшеницы под микроскопом можно наблюдать сохранение мелких гранул крахмала в небольшом количестве, от 5 до 14 %. Полная клейстеризация крахмала и разрушение гранул в пророщенной пшенице происходит при стерилизации, что указывает на изменение структуры эндосперма (рис. 7, в). Гранулы крахмала пророщенной гречихи имеют меньшие размеры (рис. 7, г), чем пророщенной пшеницы и уже при бланшировании их структура нарушается, они становятся неразличимы под микроскопом (рис. 7, д). Таким образом, после бланширования и стерилизации пророщенной гречихи под микроскопом видна клейстеризованная масса. Очевидно, что бланширование и стерилизация приводят к значительным изменениям в структуре и свойствах крахмала и влияют на внешний вид и консистенцию консервированного пророщенного зерна.

В ходе исследования выявлено, что в процессе бланширования пророщенного зерна происходит его набухание и разрыв семенной оболочки, что приводит к видимому дефекту — повреждению зерен. Разрыв оболочки зерна наблюдается и при дальнейшей стерилизации пророщенного зерна. Такие изменения можно объяснить, представив пророщенную зерновку пшеницы и гречихи в виде сложной замкнутой системы, состоящей из отдельных веществ сложной конфигурации: эндосперма, включающего крахмал и белок, а также оболочки — из целлюлозы и гемицеллюлоз. Нагревание в воде вызывает размягчение семенной оболочки пророщенного зерна, состоящей в основном из целлюлозы, за счет растворения и частичной деструкции гемицеллюлоз, что приводит к расщеплению и расслоению клеток и тканей. Целлюлоза семенной оболочки, являясь высокомолекулярным линейным нерастворимым полисахаридом, в воде способна только набухать. Геммицеллюлозы семенной оболочки

представлены гетерополисахаридами сравнительно невысокой молекулярной массы, которые не образуют фибриллярных структур и играют в клеточной стенке растения роль цементующего материала [23]. Поэтому при замачивании зерна и бланшировании пророщенного зерна происходит растворение гемицеллюлоз, что приводит к разъединению волокон целлюлозы под действием осмотического давления.



**Рис. 7.** Последовательное изменение структуры гранул крамала пророщенной пшеницы и гречихи при бланшировании и стерилизации (срез эндосперма, увеличение 40х)  
**Fig. 7.** Sequential changes in the structure of starch granules of sprouted wheat and buckwheat during blanching and sterilization (40x magnification)



**Рис. 8.** Влияние процесса бланширования на количество поврежденных зерен пророщенной пшеницы  
**Fig. 8.** The effect of the blanching process on the number of damaged grains of sprouted wheat

Следует отметить, что свойства крахмала, рассмотренные ранее, в процессе бланширования и стерилизации оказывают существенное влияние на разрыв семенной оболочки и изменение внешнего вида пророщенного зерна. Исследовано влияние продолжительности бланширования на качество пророщенных зерен и установлено, что для пророщенной пшеницы при температуре  $(85-98)\pm 2^\circ\text{C}$ , продолжительность не должна превышать более 20 мин., при этом количество поврежденных зерен составляет не более 2 % (рис. 8); для пророщенной гречихи при температуре  $98\pm 2^\circ\text{C}$  продолжительность не более 3 мин., количество поврежденных зерен составляет не более 36 % (рис. 9).

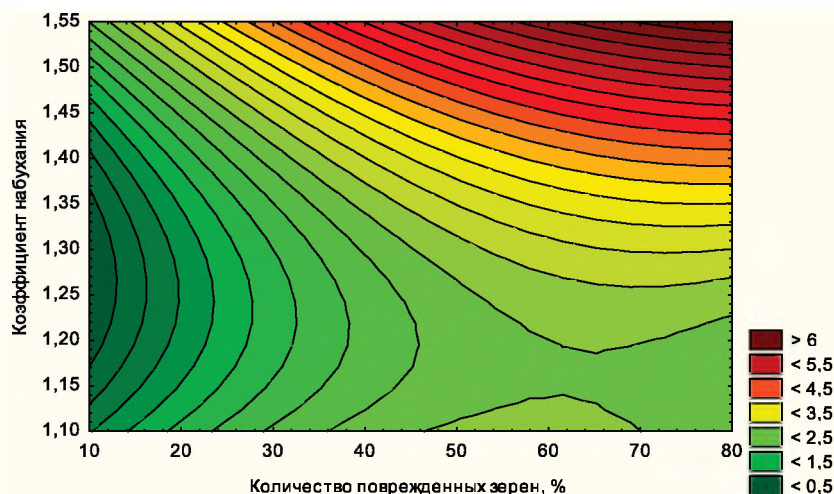


Рис. 9. Влияние процесса бланширования на количество поврежденных зерен пророщенной гречихи

Fig. 9. The effect of the blanching process on the number of damaged grains of sprouted buckwheat

Установлено, что набухание гранул крахмала при нагревании оказывает определенное внутреннее давление на стенки клеток семенной оболочки и в результате нарушается целостность семенной оболочки зерновки.

**Заключение.** На основании исследований дано описание влияния бланширования и стерилизации пророщенных зерен пшеницы и гречихи на процессы:

- ♦ денатурации белка,
- ♦ набухания и клейстеризации крахмала,
- ♦ разрушения целостности семенной оболочки.

Доказано влияние температуры и продолжительности бланширования, а также температуры стерилизации на набухание пророщенного зерна и проявление дефекта консервированного зерна — растрескивание зерна. Наименьшее проявление растрескивания пророщенного зерна в процессе бланширования наблюдается при температуре  $98\pm 2^\circ\text{C}$  для пшеницы в течение 10 мин, для гречихи в течение 3 мин, что обусловлено почти полной клейстеризацией крахмала на этом этапе и более медленным набуханием и полной клейстеризацией крахмала на этапе стерилизации.

#### Список использованных источников

1. Алехина, Н. Н. Зерновой хлеб для повышения пищевого статуса населения: биоактивация злаковых культур, ресурсосбережение сырья, разработка технологий и расширение ассортимента продукции [Докторская диссертация, Воронежский государственный университет инженерных технологий]. Воронеж, 2020. — 442 с.
2. Урбанчик, Е. Н. Получение продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы и гречихи. / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2012. — № 7. — С. 24-26.
3. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, Л. А. Касьянова [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2008. — № 1. — С. 101-106.

4. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2016. — №4. — С. 118-125.
5. Кузнецова, Е. А. Изменение некоторых показателей белкового комплекса зерна пшеницы при проращивании в процессе подготовки к производству хлебобулочных изделий / Е. А. Кузнецова, Ю. В. Гончаров, И. Н. Парамонов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2011. — № 1. — С. 24-31.
6. Сафронова, Т. Н. Технологии пищевых продуктов с использованием переработанного пророщенного зерна пшеницы, Т. Н. Сафронова, О. М. Евтухова // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2014. — №4. — С. 49-52.
7. Чумикина, Л. В. Биохимические особенности изменения белкового и ферментного комплексов и клейковины зерна тритикале при прорастании / Л. В. Чумикина, Л. И. Арабова, А. Ф. Топунов // Известия вузов. Пищевая технология. — 2009. — №2-3. — С. 9-12.
8. Faltermaier, A. Common wheat (*Triticum aestivum* L.): Evaluating microstructural changes during the malting process by using confocal laser scanning microscopy and scanning electron microscopy / A. Faltermaier, M. Zarnkow, T. Becker [et al.] // European Food Research and Technology. — 2015. — Vol. 241. — Iss. 2. — P. 239-252. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2450-x>.
9. Feng, H. Sprouted grains: nutritional value, production, and applications / H. Feng, B. Nemzer, J. Devries, 2019. — Woodhead Publishing and AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01536-X>.
10. Impact of Cereal Seed Sprouting on Its Nutritional and Technological Properties: A Critical Review / E. Lemmens, A. Moroni, J. Pagand [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. — 2019. — Vol. 18. — P. 305-328. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414>.
11. Water-soluble protein molecular weight distribution and effects on wheat malt quality during malting / L. Xie, Y. Jin, J. Du [et al.] // Journal of the Institute of Brewing and Distilling. — 2014. — Vol. 120. — Iss. 4. — P. 399-403. <https://doi.org/10.1002/jib.182>.
12. Сравнительная оценка качества полуфабрикатов из биоактивированного зерна пшеницы и изделий на их основе / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, И. А. Бакаева [и др.] // Техника и технология пищевых продуктов. — 2015. — № 1. — С. 64-69.
13. Цед, Е. А. Изучение возможности использования нового вида зернового сырья белорусской селекции для получения солода / Е. А. Цед, С.В. Волкова, Л.М. Королева // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2008. — № 1. — С. 12-14.
14. Зенькова М.Л. Влияние процесса проращивания зерен злаковых культур на их пищевую ценность / М. Л. Зенькова, А. В. Акулич // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2021. — №3. — С. 26-53. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.207>.
15. Мальцев, П. М. Технология броидильных производств. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 560 с.
16. Химия пищевых продуктов / Ш. Дамодаран, К. Л. Паркин, О. Р. Феннема (ред.-сост.). — Перев. с англ. — СПб.: ИД «Профессия», 2012. — 1040 с.
17. Растительный белок / Пер. с фр. В. Г. Долгополова; под ред. Т.П. Микулович. — М.: Агропромиздат, 1991. — 684 с.
18. Колпакова, В. В. Гидратационная способность и физико-химические свойства белков пшеничной клейковины / В. В. Колпакова, О. Ю. Студенникова // Известия вузов. Пищевая технология. — 2009. — №2-3. — С. 5-8.
19. Вакар, А.Б. Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. — М.: Издательство Академии наук СССР, 1961. — 252 с.
20. Родионова, Н. С. Влияние термической обработки на биологическую ценность белков муки зародышей пшеницы [Электронный ресурс] / Н. С. Родионова, О. А. Соколова // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — №4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20722&ysclid=lrj8z6mpic77868986> (Дата обращения 17.12.2023)
21. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П. Нечаева. — изд. 2-е, перераб. и испр. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 640 с.
22. Soral-Šmietana, M. Characteristics of Buckwheat Grain Starch and the Effect of Hydrothermal Processing upon its Chemical Composition, Properties and Structure / M. Soral-Šmietana, Ł. Fornal, J. Fornal // Starch. — 1984. — Vol. 36. — Iss. 5. — P. 153–158. doi:10.1002/star.19840360502.
23. Химия углеводов / Н. К. Кочетков, А. Ф. Бочков, Б. А. Дмитриев [и др.]. — М.: Издательство «Химия», 1967. — 672 с.
24. Исследование особенностей механизма химической модификации крахмала / В. Литвяк, В. Москва, О. Ромашко [и др.] // Наука и инновации. — 2012. — №9 (115). — 2012. — С. 64-69.
25. Технология и оборудование для производства спирта и ликероводочных изделий: в 2 ч. Ч.1. Производство спирта: пособие / В. А. Шаршунов, Е. А. Цед, Л. М. Кучерявый [и др.]. — Минск: Мисанта, 2013. — 783 с.

26. Углеводы в пищевых продуктах / М. О. Полумбрик, В. В. Литвяк, З. В. Ловкис [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 592 с.
27. *Литвяк, В.* Формирование крахмальной гранулы и механизм химической модификации крахмала / В. Литвяк, М. Алексеенко, А. Канарский // Пищевая промышленность. — 2016. — №3 (157). — С. 63-67.

#### Информация об авторах

*Зенькова Мария Леонидовна*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (пр. Партизанский, 26, 220070, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: mariya\_LZ@mail.ru

*Акулич Александр Васильевич*, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Республики Беларусь, проректор по научной работе учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail: akulichav57@mail.ru

#### Information about authors

*Zenkova Maria Leonidovna*, PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of commodity science and expertise of products, Belarusian State Economic University (26 Partizansky Av., 220070, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: mariya\_LZ@mail.ru

*Akulich Alexander Vasilyevich*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus, Vice-Rector for Scientific Work of the Educational Institution «Belarusian State University of Food and Chemical Technologies» (3 Schmidt Av., 212027, Mogilev, Republic of Belarus).

E-mail: akulichav57@mail.ru

УДК 634.74(476)

Поступила в редакцию 15.01.2024  
Received 15.01.2024**Н. В. Комарова, К. С. Рябова, И. М. Почицкая, М. С. Алексеенко***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ПОТЕНЦИАЛ МАЛОИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР,  
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ,  
В ПРОФИЛАКТИКЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

**Аннотация.** В структуре причин смертности населения Республики Беларусь сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают 52,6%. Существует тесная корреляционная связь между структурой питания населения, с одной стороны, и заболеваемостью и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний — с другой. Бесспорное значение в лечении и профилактике этих заболеваний и основных факторов риска их возникновения придается специализированным продуктам питания, к числу которых относят диетические (профилактические) и функциональные продукты. В статье описаны наиболее значимые элементы, влияющие на функционирование сердечно-сосудистой системы, к которым относятся калий, кальций, магний и ряд других нутриентов. Цель работы — изучить потенциал малоиспользуемого ягодного сырья, произрастающего на территории Республики Беларусь. В работе представлен анализ содержания важных для профилактики ССЗ макро- и микроэлементов и витаминов в таких ягодах как: актинидия, жимолость, боярышник, калина, шиповник, облепиха, бузина черная, рябина садовая, арония черноплодная и ирга. Представленный анализ витаминно-минерального состава малоиспользуемых ягод, произрастающих в Республике Беларусь, позволяет рекомендовать их в качестве сырья для создания продуктов функционального назначения с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** малоиспользуемое ягодное сырье, сердечно-сосудистые заболевания, минеральные вещества, витамины, биофлавоноиды.

**N. V. Komarova, K. S. Ryabova, I. M. Pochickaya, M. S. Alekseenko***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***POTENTIAL OF UNDERUSED BERRY CROPS GROWING  
IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS  
IN THE PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES**

**Abstract.** In the structure of causes of mortality in the population of the Republic of Belarus, cardiovascular diseases (CVD) account for 52.6%. There is a close correlation between the nutritional structure of the population, on the one hand, and morbidity and mortality from cardiovascular diseases, on the other. Indisputable importance in the treatment and prevention of these diseases and the main risk factors for their occurrence is given to specialized food products, which include dietary (preventive) and functional products. The article describes the most significant elements that affect the functioning of the cardiovascular system, which include potassium, calcium, magnesium and a number of other nutrients. The purpose of the work is to study the potential of little-used berry raw materials growing on the territory of the Republic of Belarus. The work presents an analysis of the content of macro- and microelements and vitamins important for the prevention of CVD in such berries as: actinidia, honeysuckle, hawthorn, viburnum, rose hips, sea buckthorn, black elderberry, garden ash, chokeberry and serviceberry. The presented analysis of the vitamin and mineral composition of little-used berries growing in the Republic of Belarus allows us to recommend them as raw materials for the creation of functional products for the prevention of cardiovascular diseases.

**Key words:** underutilized berry raw materials, cardiovascular diseases, minerals, vitamins, bioflavonoids.

**Введение.** Приоритетными задачами государственной политики в области здорового питания являются увеличение производства и расширение ассортимента пищевых продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами, специализированных продуктов питания, продуктов функционального назначения. Расширение ассортимента указанных продуктов является одной из основных составляющих здорового питания.

Существуют разнообразные методы коррекции пищевого рациона человека. Одним из самых распространенных на сегодняшний день способов является обогащение продуктов питания за счет внесения специальных ингредиентов в виде биологически активных компонентов, а также использование нетрадиционных видов сырья, создание новых технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность продукта [1].

Согласно оценкам Всемирной организации здравоохранения, сбалансированный рацион играет ключевую роль в профилактике сердечно-сосудистых и ряда онкологических заболеваний, ожирения и сахарного диабета, при иммунодефицитных состояниях, патологии костной системы. К числу наиболее приоритетных направлений современных научных исследований в области охраны здоровья все чаще относят работы по улучшению структуры питания населения путем обогащения его рациона продуктами, содержащими в необходимом объеме функциональные пищевые ингредиенты [2, 3].

Фруктово-ягодное сырье является источником различных биологически активных веществ, таких как витамины, полифенольные вещества, органические кислоты, сахара, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и ряда других, требующихся для ежедневного построения клеток, а также осуществления нормальных метаболических процессов и других функций в организме человека.

Объектом исследования являлось малоиспользуемое ягодное сырье, произрастающее на территории Республики Беларусь: актинидия, жимолость, боярышник, калина, шиповник, облепиха, бузина черная, рябина садовая, арония черноплодная, ирга.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В структуре причин смертности населения Республики Беларусь сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают 52,6%. Согласно данным ВОЗ, сердечно-сосудистые заболевания представляют собой группу болезней сердца и кровеносных сосудов, в которую входят: ишемическая болезнь сердца, болезнь сосудов головного мозга, болезнь периферических артерий, ревмокардит, врожденный порок сердца, тромбоз глубоких вен и эмболия легких [4].

Основными факторами риска болезней сердца и инсульта являются неправильное питание, физическая инертность, употребление табака и алкоголя. Воздействие поведенческих факторов риска на человека может проявляться в виде повышения кровяного давления, повышения уровня глюкозы в крови, повышения уровня липидов в крови, а также избыточной массы тела и ожирения [4].

Характер питания оказывает значительное влияние на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, а именно, неправильное питание способствует развитию атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний через воздействие на другие факторы риска: ожирение, артериальная гипертензия, дислипидемию [4].

Доказана тесная корреляционная связь между структурой питания населения, с одной стороны, и заболеваемостью и смертностью от ССЗ — с другой. Бесспорное значение в лечении и профилактике этих заболеваний и основных факторов риска их возникновения придается специализированным продуктам питания, к числу которых относят диетические (профилактические) и функциональные продукты. Пищевые продукты, поступая в организм, преобразуются в процессе метаболизма в структурные элементы клеток, обеспечивают адекватное функциональное состояние всех органов и систем организма, определяют состояние здоровья и продолжительность жизни [4].

Ассортимент продуктов для профилактики ССЗ ограничен, причем основная доля приходится на препараты фармакологического действия и импортные пищевые добавки. В этой связи чрезвычайно актуальной становится задача по созданию новых продуктов питания профилактической направленности, в частности, продуктов на основе отечественного ягодного сырья.

Важную роль в поддержании здоровья сердечно-сосудистой системы играют минеральные вещества и витамины, способствующие улучшению кровообращения и предотвращению развития заболеваний. К наиболее значимым элементам, влияющим на функционирование сердечно-сосудистой системы, относятся калий, кальций, магний и ряд других элементов [5].

Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний особо важное значение имеет оптимальное потребление калия, оказывающего благоприятное влияние на уровень артериального давления. Калий является главным внутриклеточным катионом, играющим важную роль в поддержании мембранного потенциала. Он участвует во внутриклеточном обмене,

передаче нервных импульсов к мышцам, регулирует водно-солевой обмен, осмотическое давление и кислотно-щелочное состояние организма, нормализует деятельность мышц, в том числе и сердца, выводит из организма избыток воды и натрия, активизирует некоторые ферменты. По рекомендациям специалистов здравоохранения, при физиологической потребности калия ~3–5 г/сут. пациентам с артериальной гипертензией рекомендуется увеличение калия в рационе до 5–6 г/сут. [6, 7].

Пищевой рацион людей, склонных к сердечно-сосудистым заболеваниям, обязательно должен содержать необходимые количества ионов кальция, участвующего в процессах распределения внутриклеточной и внеклеточной воды, регулирующий уровень артериального давления. Повышение уровня внеклеточного кальция необходимо для профилактики артериальной гипертензии и инсульта, в особенности у пожилых людей со сниженным содержанием кальция в плазме крови. Важным фактором участия кальция в различных обменных процессах организма является его соотношение с фосфором, которое должно быть 1:0,8, а также калием и магнием. Дефицит поступления с пищей кальция, также как и избыточное поступление с пищей фосфора, предрасполагает к развитию ишемической болезни сердца и гипертонической болезни [6, 8].

Дефицит магния сопровождается кардиоваскулярными отклонениями в виде сосудистой гипертензии и нарушения сердечного ритма. Магний — элемент с выраженным профилактическим эффектом в отношении сосудистой гипертензии. При магниевом дефиците отмечается достоверное повышение риска артериальной гипертензии, инсульта. В острый период при ишемическом инфаркте мозга дефицит магния достигает крайних значений (ниже 70 % нормы). При его дефиците происходит активация отложения кальция в сосудах, сердечной мышце и почках [6, 7].

Фосфор полезен для сердца, поскольку улучшает передачу нервных импульсов и мышечные сокращения. Однако, важно, чтобы фосфор поступал в организм в определенном соотношении с кальцием. Оптимальное для всасывания и усвоения кальция соотношение содержания кальция к фосфору в рационе составляет от 1:1 до 1:1,5 [8, 9].

Железо входит в состав биомолекул, которые участвуют в синтезе АТФ (играющего роль оперативного переносчика энергии в клетках) и помогают обезвреживать попавшие в организм чужеродные соединения, повышая, таким образом, его сопротивляемость стрессу и заболеваниям. Дефицит железа приводит к развитию сердечно-сосудистых осложнений, снижению качества жизни и повышению смертности у пациентов с ССЗ [10].

Цинк играет важную роль в различных физиологических и метаболических процессах, которые протекают в организме. С дефицитом цинка связано развитие таких патологических состояний, как застойная сердечная недостаточность, ревматические пороки сердца. Дефицит цинка и меди ограничивает активность антиоксидантных металлоферментов, способствуя формированию эндотелиальной дисфункции и нарушению сосудистой проницаемости [8].

Марганец активно влияет на обмен белков, углеводов и жиров, является важным компонентом системы антиоксидантной защиты, обладает способностью усиливать действие инсулина и поддерживать определенный уровень холестерина в крови. В присутствии марганца организм полнее использует жиры, повышается усвояемость меди. Он регулирует процессы кроветворения, усиливает синтез гормонов щитовидной железы — тироксина и трийодтиронина, участвует в синтезе интерферона и укрепляет иммунитет и поддерживает нормальную свертываемость крови [8].

Медь — эссенциальный микроэлемент, являющийся кофактором более 30 ферментов. При низком уровне меди в организме значительно возрастает риск сердечно-сосудистой патологии. Содержащий медь фермент церулоплазмин играет важную роль в механизмах антиоксидантной защиты при ишемии миокарда, его содержание изменяется в зависимости от степени ишемического повреждения сердечной мышцы. При дефиците меди снижается активность лизилоксилазы, в результате чего нарушается нормальное формирование коллагена и эластина, что, в свою очередь, приводит к патологическим изменениям соединительнотканых структур сердца и сосудов [8, 9].

Установлена обратная корреляция между уровнем селена в плазме крови, с одной стороны, и риском развития атеросклероза, и повышением активности процессов перекисного окисления липидов — с другой. Селен является кардиопротектором, защищающим миокард от воздействия кардиотоксичных веществ, ксенобиотиков. Он способствует нормализации липидного обмена и предупреждению развития атеросклероза. Дефицит селена является фактором риска развития ишемической болезни сердца [6, 8, 9].

Йод оказывает влияние на функцию щитовидной железы, обладает гипохолестеринемическим действием, способностью препятствовать отложению липидов в сосудистой стенке и формированию атеросклеротической бляшки [8, 9].



Дефицит хрома в пище сопровождается ростом смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Защитная роль хрома объясняется его гипогликемическим, гипохолестеринемическим действием, а также способностью препятствовать отложению липидов в сосудистой стенке и формированию атеросклеротической бляшки. Хром уменьшает инсулинорезистентность и увеличивает сократимость миокарда, в связи с чем предполагаются перспективы успешного использования хрома у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с метаболическим синдромом. Хром может быть одним из маркеров тяжести течения инфаркта миокарда, поскольку накапливается в зоне некроза мышцы сердца [11].

Нормы физиологических потребностей в минеральных веществах для мужчин и женщин от 18 до 59 лет в сутки представлены в табл. 1.

Таблица 1. Рекомендуемый уровень суточного потребления минеральных веществ  
Table 1. Recommended daily intake of minerals

Документ, устанавливающий требование	Кальций, мг	Фосфор, мг	Магний, мг	Калий, мг	Цинк, мг	Мель, мг	Железо, мг	Селен, мкг	Йод, мкг	Марганец, мг	Хром, мкг
ТР ТС 022/2011 [12]	1000	800	400	3500	15	—	14	70	150	—	—
СанПиН № 180 [13]	1000	800	400	2500	12	1	10–18	55–70	150	2	50

Важная роль в формировании нормальной работы сердечно-сосудистой системы принадлежит также витаминам и витаминоподобным веществам [14–16].

*Аскорбиновая кислота (витамин С)* способствует антиоксидантной защите клеток организма. Участвует в регулировании окислительно-восстановительных процессов, свертываемости крови, регенерации тканей, способствует повышению сопротивляемости организма, влияет на проницаемость капилляров и принимает участие в процессах кроветворения [14].

Витамин В<sub>1</sub> (тиамин) регулирует окисление продуктов обмена углеводов, участвует в обмене аминокислот и жирных кислот, разносторонне влияет на функции сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной, центральной и периферической нервной систем, нормализует белковый и углеводный обмены. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны сердечно-сосудистой системы [14, 15].

Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин) является составной частью ферментов, регулирующих важнейшие этапы обмена веществ. Основное назначение рибофлавина — перенос кислорода. Он положительно влияет на состояние нервной системы, кроветворение, на усваиваемость витаминов В<sub>6</sub> и В<sub>9</sub>, а также железа. Кроме того, витамин В<sub>2</sub> необходим для выработки витаминов В<sub>3</sub> и В<sub>6</sub> [14, 15].

Провитамин А (бета-каротин) — жирорастворимый витамин, который в организме путем сложных процессов синтезируется в ретинол. Бета-каротин является сильнейшим антиоксидантом, способным защищать ткани организма от воздействия радикалов, вызывающих развитие онкологических заболеваний и болезней сердечно-сосудистой системы, предохраняет ткани от преждевременного старения. Высокая концентрация бета-каротина снижает рост таких болезней, как атеросклероз или ишемическая болезнь сердца, воздействуя на уровень холестерина [14, 15].

Витамин Е (токоферол) оказывает благоприятное воздействие на работу практически всех внутренних органов и создает эффект омоложения тканей, благоприятно воздействует на функционирование иммунной системы организма. Он усиливает действие многих биоактивных веществ, нормализует функцию щитовидной железы, поддерживает мышечную упругость. Совместно с витамином А стабилизируют иммунную систему, замедляют развитие атеросклероза [14, 15, 16].

Суточные нормы физиологических потребностей в витаминах, используемых для профилактики ССЗ, для мужчин и женщин от 18 до 59 лет представлены в табл. 2.

Таблица 2. Рекомендуемый уровень суточного потребления витаминов  
Table 2. Recommended daily intake of vitamins

Документ, устанавливающий требование	Витамин С, мг	Витамин В <sub>1</sub> , мг	Витамин В <sub>2</sub> , мг	Витамин А, мкг	Витамин Е, мг
ТР ТС 022/2011 [12]	60	1,4	1,6	800	10
СанПиН № 180 [13]	90	1,5	1,8	—	—

Благодаря наличию широкого спектра биологически активных веществ фруктовое сырье обладает способностью укреплять иммунитет, повышать антиоксидантную защиту организма человека, в том числе оказывать профилактическое действие в отношении сердечно-сосудистых заболеваний. В этой связи представляет интерес расширение ассортимента продуктов, богатых биологически активными веществами за счет применения в качестве сырья малоиспользуемых ягодных культур, произрастающих на территории Республики Беларусь.

К малоиспользуемым в переработке ягодным культурам, содержащим биологически активные вещества — природные антиоксиданты: полифенолы, витамины и минеральные вещества, можно отнести актинидию, жимолость, боярышник, калину, шиповник, облепиху, бузину черную, рябину садовую, аронию черноплодную, иргу.

Оценка потенциала данных ягод для создания функциональных продуктов с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний является весьма актуальной.

Так, по содержанию аскорбиновой кислоты актинидия превосходит апельсин, лимон, сладкий перец и черную смородину. В ее ягодах содержится более 1000 мг % аскорбиновой кислоты, в то время как в ягодах самых лучших сортов черной смородины — не более 300 мг %. Кроме того, в плодах содержатся витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Р, макро- и микроэлементы, клетчатка, флавонолы, дубильные и красящие вещества [17].

В народной медицине жимолость широко применяют как общеукрепляющее организм средство, при лечении некоторых болезней желудка и печени, при сердечно-сосудистых заболеваниях. Ягоды жимолости также обладают противогипотензивными и антигипертензивными свойствами [18].

Плоды и цветки боярышника имеют сложный химический состав и содержат ряд органических кислот, сахара, каротин (провитамин А), пектиновые и дубильные вещества, сорбит, холин, ацетилхолин, кверцетин, эмигдалин, тиамин, рибофлавин (витамин В<sub>2</sub>), антоцианы, микроэлементы, ряд сильнодействующих алкалоидов, протеины, катехины, флавонолы и другие органические вещества. В официальной медицине в качестве кардиотонического средства используют цветки и плоды боярышника, их применяют при функциональных расстройствах сердечной деятельности, гипертонической болезни, ангионеврозах, стенокардии, тахикардии, мерцательной аритмии, миоастении, общем атеросклерозе, климактерическом неврозе и других заболеваниях [19].

Плоды калины обладают кардиотоническим, седативным, антиоксидантным, антигипоксическим и гипотензивным действием. В плодах калины обыкновенной ряд макро и микроэлементов находятся в комплексах с другими биологически активными веществами, что значительно повышает их биодоступность [20].

Содержание витамина С в свежих плодах шиповника сравнимо с его содержанием в цитрусовых. Кроме того, наличие в них целого комплекса биологически активных веществ позволяет рекомендовать плоды шиповника в качестве общеукрепляющего средства. Также в плодах шиповника содержатся флавоноиды, к ним относятся рутин, изокверцетин, кверцетин, кемпферол и тилирозид. Они обладают способностью, особенно выраженной в сочетании с аскорбиновой кислотой, уменьшать проницаемость и ломкость капилляров, тормозят свертывание крови, и повышают эластичность эритроцитов [21].

Облепиха богата витамином С и витамином Р, вместе эти два витамина способствуют повышению эластичности сосудов, сокращая риск их разрыва в случае повышения артериального давления, а следовательно, и возможного кровоизлияния. Также плоды облепихи богаты витамином Е. Будучи мощным антиоксидантом, витамин Е препятствует окислению жиров и, соответственно, защищает сердечно-сосудистую систему от потенциальных повреждений [22, 27].

Из литературных данных следует, что ягоды бузины черной обладают высокой антиоксидантной активностью, гипотензивным, гипогликемическим, антиканцерогенным, противовоспалительным, противогрибковым и противовирусным эффектами, что позволяет использовать их в качестве функционального ингредиента при разработке новых функциональных продуктов питания [23].

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах рябины значительно изменяется в зависимости от сорта и условий произрастания и, по некоторым данным, может достигать до 200 мг %. По содержанию Р-активных веществ (флавонов, катехинов и антоцианов) рябину можно поставить на одно из первых мест среди плодово-ягодных культур. Регулярное потребление этих соединений приводит к достоверному снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [24, 25].

Сок аронии черноплодной и ее плоды способствуют снижению холестерина в крови, их рекомендуют больным гипертонией в начальной стадии, причем на давление у здоровых

людей плоды совсем не влияют. Биологическая активность плодов аронии черноплодной во многом определяется содержанием в них витамина Р и витаминopodobных соединений. По количеству витамина Р, арония черноплодная занимает первое место не только среди плодово-ягодных, но и овощных культур. Прием только 1 г свежих плодов этого растения удовлетворяет суточную потребность человека в витамине Р [25].

Ирга представляет собой источник целого ряда биологически ценных соединений, таких как дубильные, красящие и пектиновые вещества, полифенолы, флавонолы, лейкоантоцианы, кумарины и оксикумарины, витамины А, С, Р, группы В (В<sub>2</sub>, В<sub>9</sub>) а также макро- и микроэлементы: калий, кальций, магний, фосфор, хлор, медь, железо, кобальт, йод, марганец [26].

Среднее содержание макро- и микроэлементов в ягодах малоиспользуемых культур, произрастающих в Республике Беларусь, представлено в табл. 3.

Таблица 3. Усредненное содержание минеральных веществ в ягодах [17–27]  
Table 3. Average content of minerals in berries [17–27]

Наименование сырья	Кальций, мг%	Фосфор, мг%	Магний, мг%	Калий, мг%	Цинк, мг%	Медь, мг%	Железо, мг%	Селен, мкг%	Йод, мкг%	Марганец, мг%	Хром, мкг%
Актинидия	97,5	68,5	27,6	211,7	0,25	0,13	0,96	1,15	4,2	0,39	25,55
Арония черноплодная	53,0	61,0	56,5	351,3	1,06	0,46	5,79	1,1	6,55	0,87	1,6
Боярышник	388,5	210,0	217,5	917,0	0,07	0,32	0,8	11,8	6	0,88	0,01
Бузина черная	26,2	51,3	22,9	333,5	0,03	0,02	0,2	6,1	17	0,03	2,15
Жимолость	42,9	36,1	18,9	171,2	0,24	0,14	0,42	8,1	47,5	0,27	11
Ирга	157,7	99,9	53,1	485,1	0,85	0,72	1,84	—	3,45	0,31	—
Калина	171,7	—	19,5	329,0	0,3	0,09	0,4	—	—	0,02	—
Облепиха	113,0	72,0	117,5	759,0	0,95	0,18	4,75	0,5	0,06	0,53	0,09
Рябина садовая	80,0	30,0	19,0	230,0	0,23	0,27	2,14	1,7	2,8	0,57	12,0
Шиповник	641,0	173,0	354,5	1382,5	1,03	0,73	8,19	—	—	—	—

Проведенный анализ показал, что наибольшее содержание калия и кальция среди исследованного сырья установлено в шиповнике и боярышнике: 100 г шиповника удовлетворяет суточную потребность в калии на 40 %, кальция на 64,1 %, 100 г боярышника удовлетворяет суточную потребность в калии на 26 %, в кальции на 38,9 %. Причем, некоторые сорта шиповника содержат до 1252 мг % кальция, что означает, что 80 г шиповника может на 100 % удовлетворить суточную потребность человека в кальции.

Наибольшее среднее содержание магния обнаружено в шиповнике, боярышнике и облепихе — 354,5 мг%, 217,5 мг%, 117,5 мг%, что составляет 87 %, 55 % и 30% от ССП.

Высокое содержание фосфора отмечено в боярышнике, шиповнике и ирге, среднее содержание фосфора в этих культурах составляет 210,0 мг%, 173,0 мг% и 99,9 мг%, что способно удовлетворить суточную потребность в этом элементе на 26,3 %, 21,6 % и 12,5 %, соответственно.

Наибольшее содержание железа обнаружено в шиповнике — 8,19 мг%, 100 г шиповника позволяет покрыть суточную потребность в железе на 58,5 %. Значимое количество железа обнаружено также в облепихе — 4,75 мг%, или 33,9 % от ССП в железе. Содержание железа в аронии черноплодной — 5,79 мг % (17,4 % ССП), в рябине садовой — 2,14 мг % (15,3 % ССП).

Максимальное количество цинка среди исследованных ягод содержится в аронии черноплодной — 1,06 мг%, шиповнике — 1,03 мг%, облепихе — 0,95 мг% и ирге — 0,85 мг%, однако 100 г данных ягод не покрывает и 10 % суточной потребности в данном нутриенте.

Наибольшее количество меди содержится в плодах шиповника и ирги (0,73 и 0,72 мг%), 138 г этих плодов могут полностью восполнить суточную потребность в меди. Значимое количество меди также содержится в аронии черноплодной — 0,46 мг% (45,6 % суточной потребности), в боярышнике — 0,32 мг% (31,6 % суточной потребности) и в плодах рябины обыкновенной — 0,27 мг% (27,5 % суточной потребности).

Наиболее богаты селеном плоды боярышника, жимолости и бузины, так 100 г боярышника позволяет восполнить среднесуточную потребность в селене на 16,9 %, жимолости на 11,6 %, а бузины на 8,7 %.

Ягоды жимолости и бузины черной богаты йодом, в них содержится 47,5 мкг% и 17 мкг%, соответственно, что означает что 100 г жимолости в состоянии удовлетворить ССП взрослому человеку в этом элементе на 31,7%, а бузины — на 11,3%.

Плоды актинидии, содержат 51 % ССП хрома, или порядка 25,55 мкг%. 100 г плодов жимолости содержат 22 % ССП хрома, а плоды рябины садовой 24 %.

Наибольшее содержание витамина С отмечено в плодах шиповника и актинидии, так, среднее содержание витамина С в этих плодах составляет 1754 % ССП для шиповника и 1664 % ССП для актинидии, а это значит, что 5,7 г шиповника или 6 г актинидии способны полностью обеспечить суточную потребность организма в этом витамине (табл. 4).

Усредненное содержание важных для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний витаминов, содержащееся в ягодах малоиспользуемых культур представлено в табл. 4.

Таблица 4. Усредненное содержание витаминов в ягодах [17-27]  
Table 4. Average content of vitamins in berries [17-27]

Наименование сырья	С, мг%	В <sub>1</sub> , мг%	В <sub>2</sub> , мг%	провитамин А, мг%	Е, мг%
Актинидия	998,3	0,053	0,759	0,45	—
Арония черноплодная	91,0	0,006	0,016	3,20	—
Боярышник	80,2	0,018	0,020	1,65	7,55
Бузина черная	38,5	0,000	0,000	0,65	0,78
Жимолость	73,2	0,019	1,913	0,19	—
Ирга	26,2	0,100	3,754	2,90	1,70
Калина	161,6	—	—	1,16	0,50
Облепиха	204,6	0,026	0,053	9,80	10,60
Рябина садовая	231,1	0,011	—	4,00	—
Шиповник	1052,3	0,105	0,300	18,00	2,61

Анализ результатов показал, что практически все ягоды, за исключением бузины черной и ирги являются источником витамина С, причем, максимальное его содержание отмечено в плодах шиповника и актинидии, ССП взрослого человека возможно полностью удовлетворить употребив всего 6 г данных ягод.

Содержание тиамина (В<sub>1</sub>) во всех исследуемых ягодах довольно низкое, и не превышает 7,5 % от ССП. В то же время, жимолость, ирга и актинидия содержат высокую концентрацию (3,754 мг%, 1,913 мг% и 0,759 мг% соответственно) витамина В<sub>2</sub>, и могут быть использованы в качестве источника данного витамина при проектировании продуктов функционального назначения.

Значительное содержание β-каротина обнаружено в шиповнике (18 мг%), облепихе (9,8 мг%), рябине садовой (4 мг%) и аронии черноплодной (3,2 мг%).

Максимальное содержание витамина Е установлено в плодах облепихи (10,6 мг%) и боярышника (7,55 мг%), 100 г этих обеспечивает ССП в витамине Е на 94,5 % и 49 % соответственно.

Биофлавоноиды обладают антисклеротическими свойствами, снижают спазмы и количество холестерина, катехины приводят в норму сердечно-сосудистую систему. Главная задача веществ Р-витаминного действия — укрепление кровеносных сосудов. Если в организме дефицит биофлавоноидов, сосуды становятся хрупкими, возможны подкожные кровоизлияния, образование гематом, носовые кровотечения. Совместно с витамином С Р-активные вещества нейтрализуют отрицательное действие на сосуды антибиотиков и препаратов, содержащих мышьяк. Особую ценность представляет наличие полифенольных соединений, обладающих радиопротекторным эффектом и способностью снижать риск развития сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваний. [28].

Сведения по содержанию Р-активных веществ в плодах значительно варьируются в различных литературных источниках, так, количество флавонолов, лейкоантоцианов, катехинов может колебаться на несколько порядков (табл. 5).

Флавоноиды в шиповнике представлены агликонами флавонолов в виде кверцетина и кемпферола, гликозидами флавонолов — рутином и гиперозидом, катехинами, такими как эпигаллокатехин, катехин, эпикатехин, эпигаллокатехингаллат, галлокатехингаллат, эпика-техингаллат [28].

Лидером по содержанию Р-активных соединений среди изучаемых ягод являются плоды боярышника (5383,0 мг%), на втором месте — плоды шиповника (3152,2 мг%). Высокое

содержание Р-активных веществ отмечено также в ягодах аронии черноплодной (2361,7 мг%), жимолости (2559,0 мг%) и рябины садовой (2301,6 мг%).

Таблица 5. Содержание Р-активных веществ в ягодах [17-27]  
Table 4. The content of P-active substances in berries [17-27]

Наименование сырья	Р-активные соединения, мг%	Катехины, мг%	Флавонолы, мг%	Антоцианы, мг%
Актинидия	135,0	123,0	54,2	—
Арония черноплодная	2361,7	978,6	248,9	690,8
Боярышник	5383,0	—	460,0	—
Бузина черная	182,9	—	—	857,1
Жимолость	2559,0	599,5	89,2	151,5
Ирга	1250,0	265,1	233,6	805,3
Калина	1133,2	343,7	480,2	31,6
Облепиха	1200,0	—	190,6	—
Рябина садовая	2301,6	47,6	46,5	780,5
Шиповник	3152,2	637,5	83,3	1123,5

**Заключение.** Важнейшим аспектом профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний остается насыщение рациона продуктами, содержащими биологически активные вещества. Значимую роль в поддержании здоровья сердечно-сосудистой системы играют минеральные вещества, витамины и биофлавоноиды, способствующие улучшению кровообращения и предотвращению развития сердечно-сосудистых заболеваний: калий, кальций, магний, фосфор, цинк, медь, железо, селен, йод, марганец, хром, витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, А.

Источниками важных для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний нутриентов, могут служить плоды и ягоды малоиспользуемых культур, произрастающих на территории Республики Беларусь.

Установлено, что плоды боярышника, шиповника и облепихи обладают высокой минеральной насыщенностью и способны удовлетворить среднесуточную потребность в следующих элементах:

- ♦ 100 г плодов боярышника — в кальции (до 568 мг%), фосфоре (до 262 мг%), магнии (до 302 мг%), калии (до 1670 мг%), меди (до 562 мкг%), селене (до 11,8 мкг%);
- ♦ 100 г плодов шиповника — в кальции (до 1252 мг%), фосфоре (до 221 мг%), магнии (до 536 мг%), калии (до 2060 мг%), железе (до 13,1 мг%);
- ♦ 100 г плодов облепихи — в магнии (до 130 мг%), железе (до 9,5 мг%), калии (до 1500 мг%).

Ягоды актинидии, жимолости, ирги и облепихи содержат высокие концентрации важных для профилактики ССЗ витаминов и могут быть использованы в качестве источника следующих витаминов:

- ♦ ягоды актинидии — источник витамина С (до 1256 % от ССП), витамина В<sub>2</sub> (до 50 % от ССП);
- ♦ ягоды жимолости и ирги — источник витамина В<sub>1</sub> (до 118-237 % от ССП);
- ♦ ягоды облепихи — источник витамина Е (до 100 % от ССП) и провитамина А (до 9,8 мг%).

Источником природных биофлавоноидов при создании продуктов функционального назначения, направленных на снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, являются следующие ягоды: боярышник (5383,0 мг%), шиповник (3152,2 мг%), арония черноплодная (2361,7 мг%), жимолость (2559,0 мг%) и рябина садовая (2301,6 мг%).

Представленный анализ витаминно-минерального состава малоиспользуемых ягод, произрастающих в Республике Беларусь, позволяет рекомендовать их в качестве сырья для создания продуктов функционального назначения с целью профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Используя разнообразные способы их переработки, можно получить широкий ассортимент как пищевых продуктов, так и сырьевых компонентов, таких как растительные порошки и сухие экстракты, применение которых позволит обогатить пищевые продукты макро- и микронутриентами. Информация, представленная в различных источниках, о содержании витаминов, макро- и микроэлементов и других биологически активных веществ сильно варьируется, так как существуют не только сортовые особенности, но и особенности района произрастания (выращивания). Поэтому актуальным является проведение аналити-

ческих исследований витаминно-минерального состава плодов и ягод, произрастающих на территории Республики Беларусь (боярышник, жимолость, облепиха, ирга и шиповник).

### Список использованных источников

1. Сордонова, Е. В. Трофологическая регуляция микроэлементного состава пищевых продуктов / Е. В. Сордонова, С. Д. Жамсаранова. // Биотехнология и общество в XXI в. / Алт. гос. ун-т.– Барнаул, 2015. — С. 400–404.
2. Глуценко, В. А. Сердечно–сосудистая заболеваемость — одна из важнейших проблем / В. А. Глуценко, Е. К. Иркленко // Медицина и организация здравоохранения. — 2019. —Т. 4. — № 1. — С. 56–63.
3. Погожева, А. В. Значение биологически активных добавок к пище в профилактике сердечно–сосудистых заболеваний / А. В. Погожева // Consilium Medicum. 2016. — № 18 (12). — С. 55–59.
4. Сердечно–сосудистые заболевания. Основные факты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) — дата доступа: 14.05.2023.
5. Нагорная, Н. В. Особенности содержания микро– и макроэлементов при заболеваниях сердечно–сосудистой системы / Н. В. Нагорная, А. В. Дубовая, Е. В. Бордюгов, А. П. Коваль // Здоровье. — 2012. — № 4 (39). — С. 129–135.
6. Перова, Н. В. Новые рекомендации по профилактике и лечению сердечно–сосудистых заболеваний / Н. В. Перова // Доказательная кардиология. — 2003.– 32. — С. 34–36.
7. Погожева, А. В. Роль калия и магния в профилактике и лечении сердечно–сосудистых заболеваний / А. В. Погожева // Consilium Medicum. 2020; 22 (10). — С.76–79.
8. Тутельян, В. А. Биологически активные компоненты питания кардиологических больных / В. А. Тутельян, А. В. Погожева, А. К. Батурич. М. : СвР — АРГУС, 2012. — 380 с.
9. Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян [и др.]. М.: Издательский дом “Панорама”, 2010. — 816 с.
10. Comín–Colet, J. Iron deficiency is a key determinant of health–related quality of life in patients with chronic heart failure regardless of anaemia status / J. Comín–Colet [et. al.]. —Eur J Heart Fail. 2013. — 15(10) — P. 1164–1172.
11. Dong, F. Chromium (D–phenylalanine)3 improves obesityinduced cardiac contractile defect in ob/ob mice / F. Dong [et al.] // Obesity (Silver Spring). — 2007. — Vol. 15, № 11. — P. 2699–2711.
12. Пищевая продукция в части маркировки: Технический Регламент Таможенного Союза: ТР ТС 022/2011 — Введ. 01.07.2013. — Минск: БелГИСС: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 18 с.
13. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180. — Минск: Минздрав РБ, 2012. — 21 с.
14. Полосьяныц О. Б. Витамины–антиоксиданты в профилактике и лечении сердечно–сосудистых заболеваний / О. Б. Полосьяныц, Л. А. Алексанян. РМЖ. — 2005. — № 11. — 780 с.
15. Levy A. P. The Effect of Vitamin Therapy on the Progression of Coronary Artery Atherosclerosis Varies by Haptoglobin Type in Postmenopausal Women / A. P. Levy [et at.] // Diabetes Care. — 2004. — Vol. 27. — P. 925–930.
16. Zhang, P. Y Cardiovascular disease: oxidative damage and antioxidant protection /P. Y Zhang, X. Xu, X. C. Li // Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. — 2014. — Vol. 18(20). — P. 3091–3096.
17. Блинникова, О. М. Характеристика функциональной активности разных ботанических сортов ягод актинидии коломикта / О. М. Блинникова // Инновационные достижения науки и техники АПК. — 2018. — С. 345–348.
18. Богданова, Ю. С. Жимолость — перспективное сырье для получения продуктов функционального назначения / Ю. С. Богданова, С. И. Данилин // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). — 2019. — С. 145–149.
19. Кароматов, И. Д. Химический состав и лечебные свойства боярышника / И. Д. Кароматов, И. А. Жалилов // Биология и интегративная медицина. — 2019. — № 1 (29). — С. 109–126.
20. Изучение элементного состава плодов калины обыкновенной и рябины обыкновенной различными современными методами / В.Ю. Андреева, Н.В. Исайкина, Т.Н. Цыбукова, Е.В. Петрова // Химия растительного сырья. — 2016. — №1. С. 177–180.
21. Кокаева, Ф. Ф. Изучение химического состава плодов шиповника (*Rosa Majalis*) / Ф. Ф. Кокаева, Д. Н. Джатиева //Известия Горского государственного аграрного университета. — 2018. — Т. 55. — N 1. — С. 120–124.
22. Гуленкова, Г. С. Особенности биохимического состава плодов облепихи / Г. С. Гуленкова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2013. — № 11. — С. 262–265.

23. Бурак Л. Ч. Исследование химического состава ягод бузины, произрастающей на территории Республики Беларусь / Л. Ч. Бурак, А. П. Завалей // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. Могилев. — 2012. — №1. — С. 3–7.
24. Сафонова, И. А. Изучение элементного состава наземной части рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) / И. А. Сафонова, В. Я. Яцюк, Н. В. Костебелов // Актуальные проблемы медицины. — 2011. — Т. 16. — № 22 (117). — С. 173–175.
25. Тимофеева, В. И. Продукты переработки рябины садовой и аронии черноплодной // В. И. Тимофеева, И. В. Саманкова // Пищевая промышленность. — 2009. — № 11. — С. 54–56.
26. Лаксаева, Е. А. Плоды растений рода ирги (*Amelanchier Medic*) как источник биологически активных веществ и минералов / Е. А. Лаксаева // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. — 2018. — Т. 26. — № 2. — С. 296–304.
27. Исследование минерального состава сырья облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) / Л. С. Науменко [и др] // Norwegian Journal of Development of the International Science. — 2020. — № 38–1. — С. 46–49.
28. Максимов, М. Л. Витаминотерапия и витаминпрофилактика сердечно-сосудистых заболеваний / М. Л. Максимов, Л. Ю. Кулагина, Э. Р. Кадысева // Scienses of Europe. — 2020. — N 58. — С. 34–46.

### Информация об авторах

*Комарова Наталья Викторовна*, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной работе и стандартизации РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: knv@belproduct.com

*Рябова Кристина Святославна*, кандидат технических наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

*Почицкая Ирина Михайловна*, доктор технических наук, главный научный сотрудник — руководитель научно-исследовательской группы, Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Алексеенко Маргарита Сергеевна*, кандидат технических наук, руководитель группы определения ГМО Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

E-mail: a.rita.s@mail.ru

### Information about authors

*Komarova Natalya Viktorovna*, PhD (Engineering), Deputy Director General for Scientific Work and Standardization of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: knv@belproduct.com

*Ryabova Kristina Svyatoslavna*, PhD (Engineering), Head of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

*Pochitskaya Irina Mikhailovna*, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher - Head of the Research Group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of Food Products RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Alekseenko Margarita Sergeevna*, PhD (Engineering), Head of the GMO determination group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of Food Products RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: a.rita.s@mail.ru

УДК 637.334.8

Поступила в редакцию 14.02.2024  
Received 14.02.2024**О. В. Дымар<sup>1</sup>, М. Р. Яковлева<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Представительство АО «МЕГА» в Республике Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup> *РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ  
ГЛУБОКОДЕМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований электромембранной обработки молочной сыворотки с применением процессов электродиализа и электродеионизации. Проведен анализ изменения показателей эффективности процессов, при различном рабочем напряжении, а также физико-химических и органолептических свойств образцов.

**Ключевые слова:** электродиализ, электродеионизация, электромембранная деминерализация, молочная сыворотка.

**O. V. Dymar<sup>1</sup>, M. R. Yakovleva<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup> *RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***STUDYING THE POSSIBILITY OF OBTAINING DEEPLY DEMINERALIZED  
MILK WHEY**

**Abstract.** The article presents the results of studies of electromembrane processing of milk whey with processes electro dialysis and electrodeionization processes applying. An analysis of process efficiency indicators changes, as well as physicochemical and organoleptic properties of the samples was carried out.

**Key words:** electro dialysis, electrodeionization, electromembrane demineralization, milk whey.

В Республики Беларусь технология электродиализа широко применяется в молочной промышленности при обработке вторичного сырья (сыворотки, пермеатов) для снижения содержания минералов и кислот в продуктах переработки молока. Благодаря оптимизации процесса и использованию современных материалов и конструкций, применение электродиализа позволяет перерабатывать любую молочную сыворотку (подсырную, творожную, казеиновую). Деминерализация позволяет стандартизировать состав и открывает широкие возможности ее применения: получение молочно-белковых концентратов, молочного сахара и лактозных сиропов, производство сыров, цельномолочных продуктов и мороженого, обогащенных и диетических продуктов, хлебобулочных и кондитерских изделий [1-4].

Получение из молочной сыворотки или ее пермеата кристаллической лактозы является одним из наиболее перспективных направлений [3, 5]. Применение молочного сахара (кристаллической лактозы) имеет несколько основных направлений в пищевой и фармацевтической промышленности:

- ♦ в детском питании для приближения продуктов заменителей молока к составу женского молока;
- ♦ в хлебопекарной отрасли в качестве стабилизатора и снижения потерь влаги в готовом продукте благодаря адсорбционным способностям лактозы;
- ♦ для улучшения исходных органолептических характеристик: усиления естественного фруктового и ягодного аромата;
- ♦ для гармонизации и регулирования вкуса и аромата готовых продуктов благодаря небольшому показателю относительной сладости (0,22) [6];



- ♦ в молочной промышленности для ферментации при производстве сыра, йогурта и кисломолочных продуктов;
- ♦ в качестве питательной добавки в продуктах, с целью повышения усвояемости кальция и ряда других минералов (магний, медь, цинк);
- ♦ в фармацевтической продукции в качестве неактивного ингредиента в таблетках, капсулах и сухих порошковых ингаляторах.

Традиционно получение молочного сахара (кристаллической лактозы) возможно одним из следующих способов [5, 7]:

- ♦ кристаллизация лактозы из пересыщенных сывороточных сиропов;
- ♦ сушка глубоководной сыворотки;
- ♦ образование лактазатов с последующим разрушением соединения.

На современном уровне развития техники технологическую схему производства лактозы реализуют с применением баро- и электромембранных методов, что позволяет повысить эффективность и экономичность производства за счет более полного использования сырьевых ресурсов [2, 3, 8]. Для этого применяют ультрафильтрацию, нанофильтрацию, обратный осмос, а также электродиализ.

На стадии ультрафильтрации отделяется белковая и жировая фракция, что позволяет получить сырье с большей доброкачественностью (отношение содержания лактозы к общим сухим веществам) для дальнейшей переработки [3, 5, 8, 9]. В результате ультрафильтрации сыворотки образуется УФ-пермеат сыворотки, который представляет собой раствор лактозы, минеральных веществ, кислот, небелковых низкомолекулярных азотистых соединений и некоторых минорных компонентов (пигментов). При этом, наличие сопутствующих веществ (в первую очередь — солей) может негативно сказываться на качестве конечного продукта и при проведении технологических процессов (вакуумного сгущения, кристаллизации) [2].

Получаемый пермеат сыворотки после ультрафильтрации можно перерабатывать на различные продукты. В зависимости от массовой доли лактозы различают: сахар-сырец, с содержанием лактозы 87 — 95 %, пищевой молочный сахар с чистотой 95 % и рафинированный (фармакопейный) содержание лактозы, в котором 99 — 99,5%. При условии, что основными потребителями молочного сахара являются фарминдустрия и пищевая промышленность в детском питании, получаемый по традиционной технологии молочный сахар-сырец зачастую непригоден для использования и требует проведения дополнительной очистки [10-12].

Для получения молочного сахара высокого качества из УФ-пермеата необходимо провести выделение несахаров при помощи электродиализной обработки, что позволит повысить доброкачественность сырья более 90 % [5].

Благодаря электродиализу можно получить деминерализованные пермеаты с улучшенными органолептическими показателями и технологическими свойствами, расширить направления их применения, используя в производстве продуктов без добавок, маскирующих вкус и запах [2, 3].

Удаление зольных частиц и снижение кислотности (что особенно важно для кислой творожной сыворотки) приводит к интенсификации технологических процессов получения молочного сахара. Варьируя степень извлечения несахаров из УФ-пермеата, можно добиться различного состава и качества готового продукта в зависимости от производственной необходимости и направления использования [3, 5].

При необходимости получения более глубокой очистки (96 % - 99 %) в технологии молочного сахара следующим уровнем является применение процессов ионного обмена и хроматографии [3, 5].

Ионный обмен рекомендуется проводить на стадии после процесса электродиализа для удаления оставшейся части поливалентных ионов, таких как фосфаты, сульфаты, цитраты, а также ионов кальция и магния. При этом последовательно используются анионообменные и катионообменные смолы. Для удаления остатков азотистых соединений и пигментов в технологии высокоочищенной лактозы применяют хроматографические методы. Примером может служить ионообменная SSMB (Sequential simulated moving bed) хроматография низкого давления с симулированным движением подвижной фаз [3, 14, 15]. Суть процесса заключается в различной скорости прохождения и элюирования компонентов сырья через слой ионообменной смолы в зависимости от их природы. При переработке деминерализованного пермеата в результате такой хроматографической обработки образуются две фракции: обедненная фракция, содержащая быстрые компоненты (соли) и окрашенные соединения (рафинат); обогащенная фракция высокоочищенной лактозы (экстракт) [5, 15].

Учитывая разнообразие сфер применения лактозы и актуальность глубокой очистки вторичного молочного сырья, большой интерес представляет вопрос совершенствования техно-

логии получения молочного сахара с максимальным уровнем доброкачественности. Одним из способов повышения эффективности очистки молочной сыворотки теоретически является применение электродеионизации. По литературным данным, благодаря наличию ионообменных смол в дилуатных ячейках модуля, значительно повышается степень удаления заряженных частиц [16].

Учитывая это, практический интерес представляет сравнительный анализ эффективности обработки молочной сыворотки с применением электродиализа и электродеионизации.

**Методика проведения исследований.** В качестве сырья для стандартизации условий проведения экспериментов, использовали сыворотку молочную сухую, производства ОАО «Бабушкина крынка» филиал «Осиповичский» (далее сыворотка молочная).

Предварительная подготовка сыворотки для обработки на электромембранной установке включала восстановление до содержания сухих веществ  $20 \pm 2$  %. Массу сухой сыворотки, необходимой для приготовления определенного количества восстановленной, рассчитывали по формуле 1:

$$M_{с.сух} = \frac{СВ_{с.сух}}{\frac{СВ_{с.сух} \times M_{с.вост}}{СВ_{с.вост}} - 100}, \quad (1)$$

где  $M_{с.сух}$  — масса сыворотки молочной сухой, кг;  $M_{с.вост}$  — масса сыворотки молочной восстановленной, кг;  $СВ_{с.сух}$  — сухие вещества сыворотки молочной сухой, %;  $СВ_{с.вост}$  — сухие вещества сыворотки молочной восстановленной, %.

Для изучения рабочих параметров процесса и их влияния на эффективность деминерализации проводили эксперименты на модулях электродиализа (ЭД) и электродеионизации (ЭДИ) при трех рабочих напряжениях: 10 В — стандартное рабочее напряжение электродиализного оборудования (исходя из рекомендаций производителя), что соответствует 1 В на мембранную пару и повышенном — 20 В и 30 В, что соответствует 2 В и 3 В на мембранную пару (модуль лабораторной установки содержит 10 пар мембран).

Протекание процесса деминерализации исходного сырья отслеживали по изменению показателя удельной электропроводимости сыворотки в процессе электромембранной обработки, который фиксировали каждые 5 минут. Процесс деминерализации вели до прекращения падения удельной электропроводимости дилуата в двух последовательных точках контроля.

В исходном и деминерализованных образцах изучали следующие показатели: удельную электропроводимость (УЭП), степень деминерализации, продолжительность процесса, содержание сухих веществ, активная кислотность. По показателю УЭП рассчитывали степень деминерализации сыворотки. Степень деминерализации (Д, %) характеризует уровень очистки исходного сырья от заряженных частиц и рассчитывается по формуле [17]:

$$Д = \frac{УЭП_{н} - УЭП_{к}}{УЭП_{н}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $УЭП_{н}$  — удельная электропроводимость дилуата до деминерализации, мСм/см;  $УЭП_{к}$  — удельная электропроводимость дилуата после деминерализации, мСм/см.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В табл. 1 представлены изменения физико-химических показателей молочной сыворотки в процессе электромембранной деминерализации с применением электродиализа и электродеионизации при различном рабочем напряжении.

Степень деминерализации молочной сыворотки в результате электромембранной обработки достигала 96,58 %. При этом использование электродеионизации позволило достичь большей степени удаления заряженных частиц: 89,33 % — 96,58 % по сравнению с 86,00 % — 93,22 % при электродиализе.

Кроме того, повышение прилагаемого напряжения с 1 В до 3 В имеет обратную корреляцию с длительностью процесса: при ЭД длительность снижается со 180 минут до 90 минут, а при ЭДИ со 190 до 100 минут.

В проведенных экспериментах по обработке молочной сыворотки максимальное снижение содержания сухих веществ при электродиализе составило 1,74 % и 2,22 % — при электродеионизации.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что применение электродеионизации позволит получить образцы молочной сыворотки с большей степенью деминерализации, по сравнению с применением электродиализной деминерализации. При этом целесообразно применять электродеионизацию при повышенном рабочем напряжении — 3 В на мембранную пару — такая обработка позволит достичь степени деминерализации вплоть до 97 %.

Таблица 1. Физико-химические показатели молочной сыворотки до и после деминерализации  
Table 1. Physico-chemical parameters of whey before and after demineralization

Показатели эффективности процесса:	Электродиализ			Электродеионизация		
	10 В	20 В	30 В	10 В	20 В	30 В
УЭП <sub>н</sub> дилуата, мСм/см	11,15	11,53	11,95	10,96	12,05	10,98
УЭП <sub>к</sub> дилуата, мСм/см	1,56	1,00	0,81	1,17	0,68	0,38
Степень деминерализации, %	86,00	90,81	93,22	89,33	94,32	96,58
Продолжительность процесса, мин	180	120	90	190	105	100
Исходное содержание сухих веществ дилуата, %	18,93	18,80	18,82	18,85	18,50	18,57
Конечное содержание сухих веществ дилуата, %	17,19	17,06	17,23	17,42	17,07	16,35
$\Delta$ СВ <sub>п</sub> , %	1,74	1,74	1,59	1,43	1,43	2,22
Активная кислотность начальная, ед. рН	6,02	6,02	6,08	6,1	6,04	6,06
Активная кислотность конечная, ед. рН	5,80	4,86	4,72	5,11	5,63	4,88
$\Delta$ рН, ед.	0,22	1,16	1,36	0,99	0,41	1,18

В рамках исследования эффективности электродеионизации провели изучение физико-химических показателей образцов молочной сыворотки с различной степенью деминерализации.

Для этого в процессе обработки отбирали образцы сыворотки со степенью деминерализации 90%, 95 % и 97 %. Для этого исходную частично деминерализованную сыворотку со степенью деминерализации 80 % (производства ОАО «Бабушкина крынка» филиал «Осиповичский») восстанавливали до содержания сухих веществ  $20 \pm 2$  % и направляли на электродеионизацию с отбором проб при достижении УЭП 1 мСм/см, 0,7 мСм/см и 0,4 мСм/см.

В отобранных образцах исследовали следующие физико-химические показатели: УЭП, мСм/см, истинный белок, %, массовая доля золы, %; содержание элементов: кальция, мг/кг; магния, мг/кг; калия, мг/кг; натрия, мг/кг; фосфора, мг/кг. Полученные показатели представлены в табл. 2.

Исходный образец представляет собой восстановленную частично деминерализованную (Д80) сыворотку. Образец №1 отобран по достижению проводимости около 1 мСм/см (Д  $\approx$  90 %), образец №2 — по достижению проводимости около 0,7 мСм/см (Д  $\approx$  95 %), образец №3 — по достижению проводимости около 0,4 мСм/см (Д  $\approx$  97 %).

Таблица 2. Результаты исследований состава образцов молочной сыворотки с различной степенью деминерализации  
Table 2. Results of studies of the composition of whey samples with various degrees of demineralization

Наименование	Исходный образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3
УЭП, мСм/см	1,58	0,990	0,700	0,390
Истинный белок, %	2,56	-	-	2,80
Зола, %	0,27	0,15	0,11	0,06
Кальций, мг/кг	251,0	159,0	158,0	70,6
Магний, мг/кг	133,0	86,30	67,60	34,4
Калий, мг/кг	350,0	159,00	112,00	54,1
Натрий, мг/кг	277,0	174,00	146,00	86,2
Фосфор, мг/кг	433,0	303,00	244,00	225,0

Полученные результаты позволяют сделать вывод об изменении компонентного состава в результате проведения электродеионизации до степени деминерализации 97 %. При этом проводимость снижается с 1,58 мСм/см до 0,39 мСм/см.

Наибольшие изменения происходят с зольными частицами: содержание золы снижается с 0,27 % до 0,06 % (в 4,5 раза); при этом, содержание кальция снижается в 3,56 раза (с 251,0 мг/кг до 70,6 мг/кг); магния в 3,87 раза (с 133,0 мг/кг до 34,4 мг/кг); калия в 6,47 раза (с 350,0 мг/кг до 54,1 мг/кг); натрия в 3,21 раза (с 277,0 мг/кг до 86,2 мг/кг); фосфора в 1,92 раза (с 433,0 мг/кг до 225,0 мг/кг).

Учитывая, что в процессе электромембранной обработки происходит значительное удаление золы, а переноса органических компонентов сыворотки не происходит, то происходит повышение концентрации белка в деминерализованном образце с 2,56 % до 2,80 %.

Таким образом, в результате глубокой деминерализации молочной сыворотки с применением электродеионизации возможно достичь степени деминерализации сырья 97 %, при этом получить образец с низким содержанием зольных компонентов и повышенным содержанием белка.

В рамках исследования деминерализованную молочную сыворотку оценивали методом профильно-дескрипторного анализа [18]. Оценка вкуса молочной сыворотки проводилась испытателями по пяти дескрипторам: «сладкий», «солёный», «молочный», «привкус топленого молока», «чистый» (без посторонних привкусов, например, так называемого привкуса пастеризации); запаха по трем: «сладкий», «натуральный», «молочный аромат»; внешний вид и консистенция по двум: «однородный», «непрозрачный» (характеризует степень замутненности образца).

Полученные результаты представлены в виде профилограммы на рис. 1.

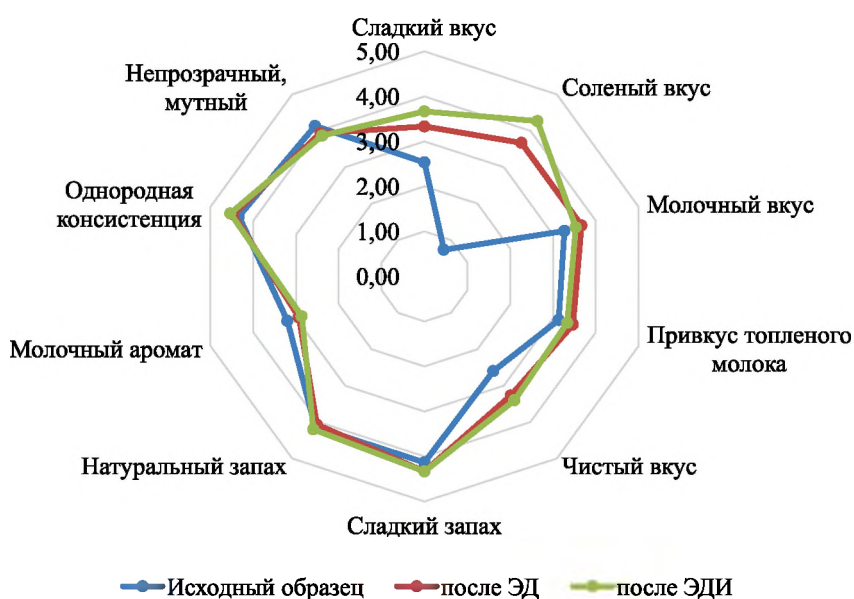


Рис. 1. Органолептические свойства молочной сыворотки до и после деминерализации  
 Fig. 1. Organoleptic properties of milk whey before and after demineralization

Образец молочной сыворотки обладал ярко выраженным солёным вкусом за счет наличия солей и высокой зольности сырья. При этом дегустаторы отметили наличие сладкого, чистого молочного вкуса с привкусом топленого молока. Внешний вид образца дегустаторы описали как непрозрачный, мутный, с однородной консистенцией.

Проведенная балльная оценка на основании подобранных дескрипторов показала, что деминерализованные образцы молочной сыворотки обладают более сладким, молочным вкусом за счет снижения зольности и удаления солей, благодаря чему снижается восприятие дескриптора солёного вкуса. При этом повышается восприятие привкуса топленого молока. Кроме того, обработка электромембранными методами не придает деминерализованным образцам так называемый привкус пастеризации, их вкус остается чистым, без посторонних привкусов, не характерных сырью.

В результате обработки на ЭДИ модуле происходит в большей степени снижение солёного вкуса образца с совместным выраженным усилением сладкого вкуса, по сравнению с образцом после ЭД. За счет большего удаления ароматических веществ дегустаторы присвоили меньшие баллы дескрипторам «молочный вкус» и «привкус топленого молока».

В результате переноса ароматических соединений в концентрат в процессе происходит незначительное снижение молочного аромата, которое некоторые дегустаторы отметили в образцах.

Благодаря удалению заряженных частиц происходит снижение содержания сухих веществ, что влияет на консистенцию деминерализованных образцов. Образцы после электродеионизации и электродеионизации имели более плотную, однородную консистенцию по сравнению

с образцами до электромембранной обработки. Также следует отметить, что благодаря мембранной обработке происходит снижение мутности и незначительное повышение прозрачности образцов

Как видно на профилограмме в органолептических профилях деминерализованных образцов после ЭД и ЭДИ при обработке молочной сыворотки произошли положительные изменения, включая улучшение запаха, вкуса и консистенции образцов.

Сравнение влияния двух процессов показывает, что в результате проведения электродеионизации дегустаторы отметили большее снижение восприятия дескриптора «солёный вкус» с одновременным увеличением восприятия «сладкий вкус» по сравнению с электродиализом.

**Заключение.** Сравнение электродиализа и электродеионизации подтверждает возможность достижения более глубокой деминерализации молочной сыворотки за счет применения последнего. В экспериментах, достигаемая степень деминерализации в результате электродеионизации составила 97 %, что подтверждает возможность получать продукт со степенью деминерализации классического ионного обмена на электромембранных установках.

Технически обоснованным режимом электромембранной деминерализации является обработка в течении 100 минут при рабочем напряжении 30 В на модуле электродеионизации.

Кроме того, деминерализация молочной сыворотки позволила скорректировать ее ярко выраженный солёный вкус и придать образцам более сладкий, молочный вкус с привкусом топленого молока за счет снижения зольности и удаления солей.

#### Список использованных источников

1. *Ильина, С. И.* Электромембранные процессы: учебное пособие / С.И. Ильина. — М.: РХТУ им. Менделеева, 2013. — 57 с.
2. Мембранные технологии в молочном производстве / И.А. Евдокимов [и др.] // Молочная промышленность. — М., 2013. — №9. — с. 25–26.
3. Переработка сыворотки. Процессы, оборудование, технологии / О.В. Дымар [и др.]; под общ. ред. О.В. Дымара. — Минск: Колорград, 2023. — 361 с.
4. *Дымар, О. В.* Повышение эффективности переработки молочных ресурсов: научно-технологические аспекты / О.В. Дымар. — Минск: Колорград, 2018. — 236 с.
5. Технология молочного сахара и его аналогов с применением мембранных и ионообменных процессов / М.С. Золоторева [и др.] // Молочная промышленность. — М., 2016. — №11. — с. 19–20.
6. *Березин, Б. Д.* Курс современной органической химии: учебн. пос. для вузов / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. — М.: Высш. шк., 1999. — 768 с.
7. *Голубев, И. Г.* Рециклинг отходов в АПК: справочник / И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. — 296 с.
8. Demineralization of milk products and derivatives: pat. CA 2215549 / M. Chaveron, R. Berrocal. — Publ. date 09.04.1998.
9. *Колодязная, В. С.* Пищевая химия: учеб. пособие / В.С. Колодязная. — СПб: СПбГАХИПТ, 1999. — 140 с.
10. Молочный сахар — лактоза [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gcagro.by/klientam/poleznye-stati/molochnyj-sahar-laktoza.html>. — Дата доступа: 31.10.2023.
11. Применение лактозы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://agrocomplex.com.pl/ru/primeneniye-laktozy/>. — Дата доступа: 31.10.2023.
12. Биотехнология законченного технологического цикла молочного завода «Эколакт» с получением белково-жирового продукта, лактозы пищевой, лактулозы и бифидогенной кормовой добавки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/121.html>. — Дата доступа: 31.10.2023.
13. Сахар молочный: ТУ РБ 02906526.076-99. — Введ. 10.02.2000. — Минск: Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. — 12 с.
14. *Sharma, D.* Biorefineries. Selected Process. Simulated Moving Bed Technology: Overview and Use in Biorefineries / D. Sharma; ed. by K. Biernat. — Миссури, 2021. — 22 с.
15. *Соколовская, Л. Н.* Интенсификация реакции меланоидинообразования при производстве сладких вареных сгущенных молочных конервов / Л.Н. Соколовская, О.Л. Сороко, И.В. Миклух, Е.В. Беспалова. — Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. научн. трудов / Ин-т мясо-молочной промышленности; редкол.: А.В. Мелешеня (главн.) [и др.]. — Минск, 2019. — №14. — с. 112–122.

16. *Яковлева, М. Р.* Сравнительная оценка процессов электродиализа и электродеионизации / М.Р. Яковлева, О.К. Никулина, О.В. Колоскова, О.В. Дымар // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2023. — Т. 16, №2 (62). — С. 62 — 67.
17. *Дымар, О. В.* Научное обоснование и разработка технологий комплексного использования продуктов переработки молока: дис. докт. техн. наук: 05.18.04 / О.В. Дымар. — Минск, 2016. — 310 с.
18. *Лилишенцева, А. Н.* Дескрипторно-профильный метод определения качества образцов яблочного сока / А.Н. Лилишенцева, А.В. Смоляр // Пищевая промышленность: наука и технологии. — Минск, 2020. — Т. 13, №1. — С. 84–94.

#### Информация об авторах

*Дымар Олег Викторович*, доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» в Республике Беларусь (ул. Мележа, д. 5/2, пом. 1201, 220113, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [dymarov@tut.by](mailto:dymarov@tut.by)

*Яковлева Мария Романовна*, магистр технических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

#### Information about authors

*Dymar Oleg Viktorovich*, Doctor of technical sciences, Professor, Technical director of the representative office of MEGA a.s. in the Republic of Belarus (5/2, Melezha str., room 1201, 220113, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [dymarov@tut.by](mailto:dymarov@tut.by)

*Yakovleva Maryia Romanovna*, Master of technical science, Junior Researcher RUE “Scientific and Practical Center of Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

**А. А. Шепшелев<sup>1</sup>, В. В. Соловьев<sup>2</sup>, Ю. С. Шустикова<sup>2</sup>, О. Н. Юденко<sup>2</sup>,  
В. И. Кулаковская<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

## **КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВО-ХМЕЛЕВОГО ОТСТОЯ**

**Аннотация.** Отходы пивоваренного производства являются важной составляющей частью сырьевой базы животноводства. На сегодняшний день их объемы можно сопоставить с объемами исходного сырья, что позволяет получать полноценные корма с минимальными затратами на их производство и решать проблемы экологии, которые возникают при их утилизации. Поскольку пивоваренные заводы используют высококачественное сырье, поэтому образующиеся отходы богаты белком, углеводами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, витаминами и др. Таким образом, они могут выступать в качестве перспективного вторичного материального ресурса, тем самым решая задачи охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Использование отходов пивоваренных предприятий позволит в какой-то мере восполнить дефицит кормового протеина в рационах откармливаемого скота и существенно снизить затраты на единицу продукции.

В данной работе рассмотрены основные отходы пивоваренного производства и возможность их использования, а также проведены исследования по изучению процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя, определены наиболее оптимальные параметры ведения данного процесса (время гидролиза и концентрация HCl).

**Ключевые слова:** белково-хмелевой отстой, гидролиз, отходы пивоваренного производства, соляная кислота, центрифугирование.

**A. A. Shepsheliev<sup>1</sup>, V. V. Soloviev<sup>2</sup>, Yu. S. Shustikova<sup>2</sup>, O. N. Yudenko<sup>2</sup>,  
V. I. Kulakovskaya<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **ACID HYDROLYSIS OF PROTEIN-HOPS SLUDGE**

**Abstract.** Brewing waste is an important component of the raw material base of animal husbandry. To date, their volumes can be compared with the volumes of raw materials, which makes it possible to obtain full-fledged feeds with minimal costs for their production and solve environmental problems that arise during their disposal. Since breweries use high-quality raw materials, therefore, the resulting waste is rich in protein, carbohydrates, macro- and microelements, organic acids, vitamins, etc. Thus, they can act as a promising secondary material resource, thereby solving the tasks of environmental protection and resource conservation. The use of waste from breweries will to some extent make up for the shortage of feed protein in the diets of fattened cattle and significantly reduce the cost per unit of production.

In this paper, the main wastes of brewing production and the possibility of their use are considered, as well as studies on the process of acid hydrolysis of protein-hop sludge are carried out, the most optimal parameters for conducting this process (hydrolysis time and HCl concentration) are determined.

**Key words:** protein-hop sludge, hydrolysis, brewing waste, hydrochloric acid, centrifugation.

**Введение.** Экологическая проблема является общемировой проблемой на сегодняшний день. Использование вторичных сырьевых ресурсов, разработка безотходных технологий позволяет решать как экологические проблемы, так и получать новые важные и значимые продукты. Поскольку пивоваренные заводы используют в качестве сырья высококачественное зерно, поэтому образующиеся отходы богаты белком, углеводами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, витаминами и др. Таким образом, они могут выступать в качестве перспективного вторичного материального ресурса, тем самым решая задачи охраны окружающей среды и ресурсосбережения [1-4]. Развитие общества и связанный с ним рост производства продовольствия все острее ставит вопрос об утилизации их отходов [5]. Состояние пищевой промышленности на сегодняшний день требует комплексного решения вопросов использования отходов при переработке сельскохозяйственной продукции, в том числе и от пивоваренных производств. Возможность использования отходов производства пива в качестве высококалорийных кормовых белковых добавок в рационе скота и птицы, является одной из первостепенных [6]. Таким образом, научно-исследовательские организации ведут поиск вспомогательных источников белка в виде новых кормовых продуктов, а их применение позволило бы повысить продуктивность и биологическую ценность действия комбикормов, а также эффективность их использования в сельском хозяйстве. Большая часть отходов пивоваренной промышленности представлена водянистыми, скоропортящимися продуктами, которая используются не совсем рационально, т.к. в местах их получения отсутствуют сушильные установки, а также несовершенны способы их консервирования и транспортировки [7].

При производстве пива на пивоваренных предприятиях образуется ряд отходов: дробина солодовая (пивная), избыточные дрожжи, кизельгуровый осадок, отходы зерновые и др.

Переработка отходов с выделением и использованием содержащихся в них ценных компонентов обусловлена экологической и экономической целесообразностью. Для того, чтобы устранить и минимизировать загрязнение окружающей среды, пивоваренные заводы постоянно находятся в поиски путей уменьшения количества отходов, либо полного устранения их образования или использования [8]. Отходы пивоваренной промышленности в основном используют для производства кормов, однако также в последнее время все чаще стали разрабатываться нетрадиционные методы их применения [9-14].

Кизельгур применяют в качестве удобрения, вспомогательного материала для улучшения почвы или добавки к комбикормам, в качестве адсорбента или добавки при производстве цемента обычных и силикатных кирпичей. В процессе введения кизельгура в почву происходит ее разрыхление, объем ее пор повышается, улучшается микробиологическое состояние почвы, увеличивается процент удерживаемой влаги и питательных веществ и десорбция фосфатов. Обработка кизельгуром растений облегчает попадание в них  $H_2SiO_3$ , повышает их урожайность и прочность стеблей, а также устойчивость растений к повреждениям. Отработанный кизельгур не может долго храниться, т.к. он впитал в себя белок, сахара, прочие вещества и микроорганизмы из пива. Это же касается и дробины. При комнатной температуре он уже на второй день начинает иметь неприятный запах, а затем плесневеет. Таким образом, для добавки его в комбикорма, он должен быть подсушен, сгранулирован и дезинфицирован [15].

Избыточные дрожжи также являются ценным отходом при производстве пива, которые остаются после главного брожения и дображивания. Пивные дрожжи содержат витамины, ценные аминокислоты, гормональные вещества. Очень актуально и имеет важное значение использование пивных дрожжей в фармакологии. Они применяются в качестве лечебных препаратов в сухом, жидком, и прессованном виде. Пивные дрожжи могут использоваться как продукт, улучшающий обмен веществ, очищенные пивные дрожжи могут быть рекомендованы для детского питания. Основная часть дрожжей используется в сыром виде на корм скоту в животноводческих хозяйствах, которые расположены рядом. Но в то же время, большое их количество не находит применения и сбрасывается в канализацию [15].

Белково-хмелевой отстой образуется при охлаждении суслу, на дне оседают выделяющиеся белково-дубильные вещества и скоагулированные высокомолекулярные белки. Белково-хмелевой отстой состоит из воды, белка, безазотистых веществ, клетчатки, золы. В нем присутствуют также минеральные вещества и хмелевые смолы. Горький вкус придает белково-хмелевому отстою хмелевые вещества, что объясняет невозможность применения его в чистом виде на кормовые цели. Но в тоже время его можно применять на корм скоту в смеси с другими кормами [15].

Пивная дробина также является вторичным продуктом пивоварения, который состоит из дробленых зернопродуктов и солода, оставшихся после фильтрования затора [16].



На сегодняшний день из пивной дробины производят кормовые добавки и комбикорма на ее основе, используют в качестве топливного компонента. Пивную дробину часто применяют в качестве корма для жвачных животных и птиц. В сельском хозяйстве сырая пивная дробина чаще всего служит добавкой молокосгонным и белковым кормам для сельскохозяйственных животных и птицы взамен мясокостной муки [17], реже используется в биотехнологии для выращивания плесневых грибов и кормовых дрожжей [18]. Очень часто дробину применяют в качестве удобрения при выращивании культурных растений. В пищевой промышленности дробину применяют при выпечке мучной продукции диетического назначения, т.к. она служит ценным источником пищевых волокон.

Перспективно еще одно решение проблемы утилизации пивной дробины, особенно для регионов, обладающих развитой пивоваренной промышленностью — получение на ее основе ксилоры и ксилита. Ксилит является энергетическим сахарозаменителем, который необходим для больных сахарным диабетом [19, 20].

Существует способ получения глюкозы из отходов пивоваренного производства, глутамата натрия [21, 22]. Пивная дробина является хорошим панировочным продуктом [23], рекомендована и испытана в качестве добавки при производстве мясных продуктов и полуфабрикатов [24, 25]. Также используется как источник углерода для микроорганизмов при производстве амилаз, как сырье для производства биоэтанола, при производстве комплексных пищевых добавок с пробиотическими свойствами [26]. При внесении длительно хранившейся пивной дробины в почву, изменяется прежде всего уровень ее кислотности. Дробина пивная устраняет высокую щелочность грунта и насыщает его необходимыми для развития растений питательными элементами. [27].

В мировой практике широко используются процессы кислотного, щелочного, ферментативного гидролиза белков [28].

Целью исследований являлось изучение влияния процесса кислотного гидролиза на физико-химические характеристики отходов пивоваренного производства.

В качестве объекта исследования был использован белково-хмелевой отстой, полученный в процессе приготовления пивного суслу на ОАО «Криница».

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальная работа проводилась в лаборатории отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

В работе использованы органолептические и физико-химические методы анализа, принятые в пивоварении.

В ходе исследовательской работы были применены следующие методы исследований:

- ♦ массовая доля сухих веществ по ГОСТ 13496.3-92 [29];
- ♦ массовая доля сырого протеина по ГОСТ 13496.4-2019 [30];
- ♦ органолептические показатели по ГОСТ 21055-2019 [31].

Исследования по органолептическим показателям проведены специалистами отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», по показателям массовой доли сухих веществ и массовой доли сырого протеина — в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Как было отмечено ранее [32], белково-хмелевой отстой имеет горький вкус. Для удаления горечи проводили процесс обезгорчивания. Он может осуществляться с помощью внесения раствора поваренной соли или раствора бикарбоната натрия. Обработка бикарбонатом более эффективна при удалении горьких веществ, чем раствор поваренной соли. Для этого суспензию белково-хмелевого отстоя обрабатывали 0,2 % раствором бикарбоната натрия в течение 30 минут при постоянном перемешивании. По истечении времени белково-хмелевой отстой промывали от раствора бикарбоната и далее проводили процесс кислотного гидролиза при помощи соляной кислоты.

Технологические параметры ведения процесса кислотного гидролиза, представлены в табл. 1.

Эксперимент проводили следующим образом: в 0,5 л белково-хмелевого отстоя вносили соляную кислоту в заданных концентрациях, помещали на водяную баню, нагревали до температуры 80 °С — 82 °С и выдерживали при постоянном перемешивании в течение определенного времени.

С целью определения максимального количества белка и сухих веществ, процесс разделения суспензии белково-хмелевого отстоя проводили на центрифуге марки СМ-6М в течение 5 минут при 3,5 тыс./об. мин.

Таблица 1. Технологические параметры процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя  
 Table 1. Technological parameters of the acid hydrolysis process of protein-hop sediment

№ Образца	Параметры		
	Время, ч	Концентрация HCl, %	Температура, °С
Образец №1	3	5	80 - 82
Образец №2		10	
Образец №3		15	
Образец №4	6	5	
Образец №5		10	
Образец №6		15	
Образец №7	9	5	
Образец №8		10	
Образец №9		15	

**Результаты исследований и их обсуждение.** Белково-хмелевой отстой представляет собой осадок, образующийся при охлаждении пивного сусла. Он включает в себя скоагулированные высокомолекулярные белки, белково-дубильные комплексы, минеральные вещества и хмелевые смолы, а также частично адсорбированное сусло. В данной работе исследовали белково-хмелевой отстой с физико-химическими показателями, полученными и представленными в табл. 2.

Таблица 2. Физико-химические характеристики исходного белково-хмелевого отстоя  
 Table 2. Physicochemical characteristics of the original protein-hop sediment

Наименование показателя	Характеристика показателя
pH	5,75
Массовая доля сухих веществ, %	17,6

Кислотный гидролиз белково-хмелевого отстоя проводили при технологических параметрах, представленных в таблице 1. В результате получили 9 образцов гидролизатов.

Образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза представлены на рис. 1.

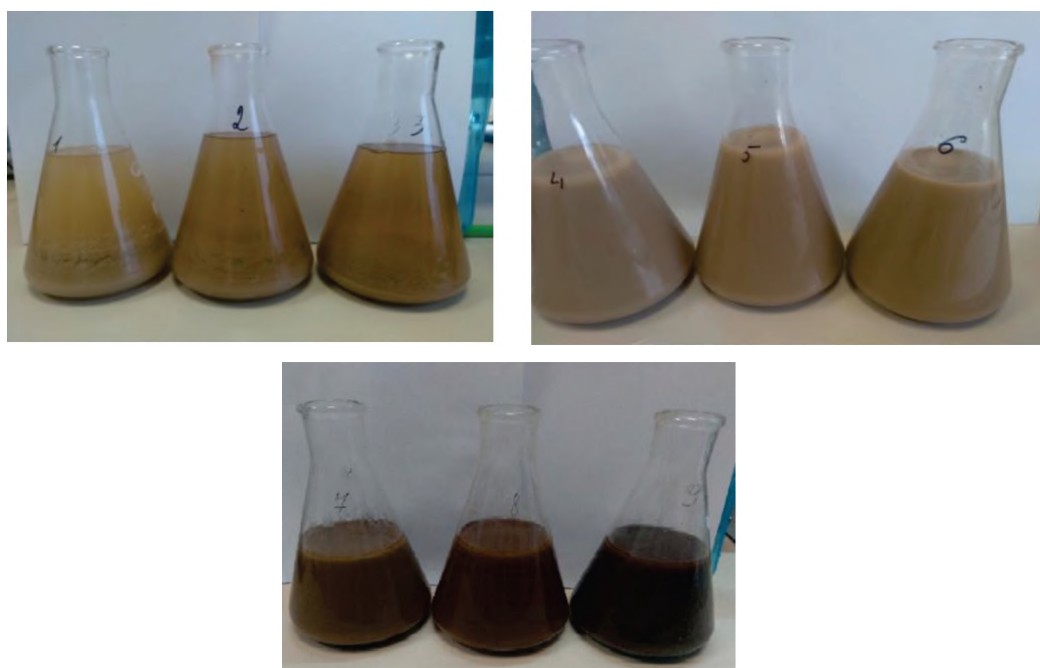


Рис. 1. Образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза

Fig. 1. Samples of protein-hop sediment after the acid hydrolysis process

Из рис. 1 следует, что полученные образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза различаются между собой по цвету (интенсивность цвета возрастает от образца №1 к образцу №9), а также по толщине слоя осадка.

Далее полученные образцы центрифугировали, определяли массу жидкой и густой фаз, массовую долю сухих веществ и массовую долю белка в жидкой фазе. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты исследований образцов кислотных гидролизатов белково-хмелевого отстоя

Table 3. Results of studies of samples of acid hydrolysates of protein-hop sludge

Наименование образца	Наименование показателя			
	Масса, г		Массовая доля в жидкой фазе, %	
	жидкой фазы	густой фазы	сухих веществ	белка
Образец №1	425,0	75,0	18,02±0,90	6,75±0,34
Образец №2	427,0	73,0	18,41±0,92	7,38±0,37
Образец №3	426,0	74,0	18,12±0,91	7,72±0,39
Образец №4	428,0	72,0	18,33±0,92	9,00±0,45
Образец №5	431,6	68,4	18,24±0,91	9,89±0,49
Образец №6	425,8	74,2	18,24±0,91	9,37±0,47
Образец №7	424,9	75,1	18,20±0,91	8,90±0,45
Образец №8	425,7	74,3	18,29±0,91	8,39±0,42
Образец №9	428,6	71,4	18,35±0,92	7,68±0,38

Основными показателями, характеризующими процесс гидролиза, является массовая доля белка и сухих веществ в жидкой фазе. Исходя из данных, представленных в таблице 3, гидролиз прошел наиболее эффективно в образце №5 (время гидролиза 6 ч, концентрация HCl — 10 %) и образце №6 (время гидролиза 6 ч, концентрация HCl — 15 %), при этом массовая доля белка в образцах составила 9,89±0,49 % и 9,37±0,47 %, соответственно, а массовая доля сухих веществ — 18,24±0,91.

**Заключение.** В процессе проведенных исследований была рассмотрена и изучена литература по отходам пивоваренного производства, а также возможность их использования. В результате проведенного эксперимента исследованы параметры ведения процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя. Установлено, что для накопления максимального содержания сухих веществ и массовой доли белка в прогидролизованном белково-хмелевом отстое, необходимо использовать следующие параметры процесса гидролиза: время — 6 ч; концентрация соляной кислоты — 10 %, 15 %.

*Благодарности.* Исследования проводились в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 по заданию 5.5 «Разработка научных основ применения инновационных технологий, обеспечивающих комплексный подход по совершенствованию технологических процессов в пищевой промышленности», 5.5.3 «Научное обоснование инновационных приемов переработки отходов пивоваренного и солодовенного производства».

#### Список использованных источников

1. Колпакчи, А. П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А. П. Колпакчи, Н. В. Голикова, О. П. Андреева. — М.: Агропромиздат — М, 1986. — 160 с.
2. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева // Прикладная биохимия и микробиология. — 2000. — № 3 — С. 410–416.
3. Руденко, Е. Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения / Е. Ю. Руденко // Пиво и напитки. — 2007. — №2 — С. 66–68.
4. Антипов, С. Т. Особенности способа получения пищевой добавки из пивной дробины и остаточных дрожжей / С. Т. Антипов, Е. Д. Фараджева, С. В. Шахов, Р. В. Кораблин, А. В. Прибытков // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2002. — №9. — С.27–29.
5. Большаков, В. Н. Микробиологический способ консервирования пивной дробины: автореф. дис. ... канд. с/х наук : 06.02.02 / В.Н. Большаков; Санкт Петербург, 2009 г. — 21 с.
6. Лазаревич, А. Н. Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов: автореф. дис. ...канд. с/х наук: 06.02.08 / А.Н. Лазаревич ; Красноярск, 2012 г. — 16 с.

7. Методы утилизации пивной дробины [Электронный ресурс] — Москва, 2005. — Режим доступа : <http://cbio.ru/page/45/id/1303>. — Дата доступа : 12.03.2021.
8. *Кунце, В.* Технология солода и пива [Текст]: пер. с нем. / В Кунце. — СПб.: Профессия, 2009. — 1064 с.
9. Способ приготовления корма для сельскохозяйственных животных: пат. Ru2075298C1 / В. Ф Фомичев, А. И. Шевчук, А. С. Егорова, С. Г. Кузнецов, В. В. Базик. — Опубл. 20.03.1997.
10. *Колпакчи, А. П.* Белковый отстой — средство для повышения питательной ценности пищевых продуктов / А. П. Колпакчи [и др.] // Ферментная и спиртовая промышленность. — 1976. — № 8. — С. 20–22.
11. *Фазлиев, И. И.* Перспективы переработки пивной дробины для получения ксилозы / И. И. Фазлиев, С. Т. Минзанова, Ф. Ю. Ахмадуллина, Р. З. Мусин, Л. Г. Миронова // Вестник Казанского технологического университета. — 2010. — № 11. — С. 307–311.
12. *Пехер, К.* Тепловая утилизация пивной дробины — экономически выгодное использование экологически чистого источника энергии / К. Пехер // Пиво и напитки. — 2006. — № 5. — С. 64–65.
13. *Фараджеева, Е. Д.* Новые виды биологически активных добавок из вторичных ресурсов пивоварения / Е. Д. Фараджеева, С. В. Шахов, Р. В. Кораблин, А. В. Прибытков // Сб. науч. тр. Воронеж. гос. тех.-нол. акад. — 2002. — № 12. — С. 59–61.
14. *Батищева, Н. В.* Инновационные способы утилизации пивной дробины / Н. В. Батищева // Научное обозрение. Технические науки. — 2016. — № 6. — С. 10–14.
15. Отходы пивоваренного производства [Электронный ресурс]. — Санкт Петербург, 2014. — Режим доступа : [https://ozlib.com/990255/tovarovedenie/othody\\_pivovarenного](https://ozlib.com/990255/tovarovedenie/othody_pivovarenного). — Дата доступа: 13.03.2021.
16. *Батищева, Н. В.* Инновационные способы утилизации пивной дробины. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Рыбалко А. Г. / Н. В. Батищева. — Саратов, 2016. — С. 3–7.
17. *Руденко, Е. Ю.* Вторичные материальные ресурсы пивоварения / Е. Ю. Руденко. — Москва : ООО «Пищепромиздат» : Пиво и напитки. — 2007, — С. 66 — 68.
18. *Васильев, А. В.* Кислотный и ферментативный гидролиз отходов пивоваренной промышленности / А. В. Васильев, В. И. Панфилов и др. // Химическая технология. — 2007. — Т.8. — № 1. — С. 17–21.
19. *Минзанова, С. Т.* Получение ксилозы из пивной дробины / С. Т. Минзанова [и др.] // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 18 - 19 марта 2009 года). — Краснодар, 2009. — С. 161.
20. *Миндубаев, А. З.* Стимулирующее влияние фитомассы амаранта на биометаногенез в трудноферментируемых субстратах / А. З. Миндубаев и др. // Вестник Казанского технологического университета. — 2009. — С. 220–226.
21. Способ получения глюкозы из целлюлозосодержащего сырья, преимущественно отходов пивного производства: пат. 006944 Россия / В. С. Орлова, П. А. Кодитувакку, Э. Диас и др ; заявитель Орлова П. А. и др.; заяв. 31.07.2003 ; опуб. 30.06.2006 // Евразийское патентное ведомство. — 2006. — № 2. — С. 174.
22. *Паньковский, Г. А.* Производство глутамата натрия при использовании отходов пивной промышленности / Г. А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. — 2002. — № 4. — С. 15–19.
23. Способ панирования пищевых продуктов: заявка на изобретение / Ф. Б. Волотка, В. Д. Богданов. Увед. О поступлении заявки в Федеральный институт промышленной собственности Рег.№ 201114886., A23L 1/176.
24. *Пономарев, В. Я.* Использование вторичного растительного сырья в технологии мясных продуктов / В. Я. Пономарев, Э. Ш. Юнусов, Г. О. Ежкова // Вестник Казанского технологического университета. — 2011. — № 18. — С. 156–158.
25. Пономарев, В.Я. Практические аспекты использования нативной пивной дробины при производстве мясопродуктов / В. Я. Пономарев, Э. Ш. Юнусов и др. // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — т.17 — № 18. — С. 177–179.
26. Технология получения многофункциональных кормовых добавок на основе биоконверсии целлюлозосодержащего сырья : Материалы международной научно-практической конференции, Саратов 2013 г. / Саратов Издательство «КУБиК», 2013. — 286 с.
27. Дробина пивная: состав, применение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] — Ростов-на-Дону, 2018. — Режим доступа: <https://fb.ru/article/230544/drobina-pivnaya-sostav-primenenie-v-hozyaystve>. — Дата доступа: 13.03.2021.
28. *Телишевская, Л. Я.* Белковые гидролизаты: Получение, состав, применение : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.23 / Л. Я. Телишевская. — Москва, 2000. — 296 с.
29. ГОСТ 13496.3-92. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги [Текст]. — Введ. 01.01.93. — Москва : Стандартинформ, 2011. — 38 с.

30. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина [Текст]. — Введ. 01.01.96. — Минск : Госстандарт, 2010. — 15 с.
31. ГОСТ 21055-2019. Комбикорма полнорационные. Технические условия [Текст]. — Введ. 01.01.2020. — Минск: Госстандарт, 2020. — 12 с.
32. *Шепшелев, А. А.* Ферментативный гидролиз белково-хмелевого отстоя. / А. А. Шепшелев, В. В. Соловьев, В. И. Кулаковская // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* — 2022. — №2(56) — С.56-61.

#### Информация об авторах

*Шепшелев Александр Анатольевич*, кандидат технических наук, директор ГНУ Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, (ул. акад. В.Ф. Купревича, 2, 220084, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ashepshelev@tut.by

*Соловьев Виталий Владимирович*, и.о. начальника отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Шустикова Юлия Сергеевна*, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

*Юденко Ольга Николаевна*, кандидат технических наук, руководитель винодельческой и пивобезалкогольной группы отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

*Кулаковская Виктория Игоревна*, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: kvv88@mail.ru

#### Information about authors

*Shepshelev Alexander Anatolevich*, PhD (Engineering), Associate Professor, director SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus” (2, acad. V.F. Kuprevich str., 220084, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ashepshelev@tut.by

*Solovyov Vitaliy Vladimirovich*, Acting Head of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Shustikova Yulia Sergeevna*, PhD (Engineering), junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

*Yudenko Olga Nikolaevna*, PhD (Engineering), Head of the wine and beer and non-alcoholic group of the alcohol and non-alcoholic products technology of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

*Kulakovskaya Victoria Igorevna*, junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: kvv88@mail.ru

УДК 637.123.05(476)

Поступила в редакцию 01.02.2024  
Received 01.02.2024Д.С. Лозовская<sup>1</sup>, О.В. Дымар<sup>2</sup><sup>1</sup>Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь<sup>2</sup>Представительство АО «МЕГА», г. Минск, Республика Беларусь**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ МОЛОЗИВА**

**Аннотация.** Исследованы режимные параметры технологических операций термической, механической и баромембранной обработки молозива — пастеризации, замораживания, дефростации, сепарирования, гомогенизации, ультрафильтрации. По полученным результатам определены оптимальные для данного вида сырья параметры проведения указанных технологических операций в производственных условиях. Показано для сбора, хранения и доставки к месту переработки молозива применение замораживания. Определены режимы тепловой обработки молозива в зависимости от времени его получения. Установлены предельные концентрации солей-стабилизаторов для повышения порога коагуляции нетермостойкого молозива. Установлено, что для молозива необходимым является двукратное сепарирование, а также обоснованы режимы его гомогенизации. Доказано, что применение стандартных режимов мембранной обработки позволяет получить концентрат с повышенной массовой долей белка, являющийся перспективным сырьем для дальнейшей переработки.

**Ключевые слова:** молозиво, пастеризация, замораживание, дефростация, сепарирование, температура, давление, гомогенизация, пермеат, ретентат, концентрат, массовая доля жира, ультрафильтрация, сывороточные белки.

D. S. Lozovskaya<sup>1</sup>, O. V. Dymar<sup>2</sup><sup>1</sup>Grodno state agrarian University, Grodno, Republic of Belarus<sup>2</sup>Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THERMAL AND MECHANICAL  
PROCESSING OF COLOSTRUM**

**Abstract.** The regime parameters of technological operations of thermal, mechanical and baromembrane processing of colostrum - pasteurization, freezing, defrosting, separation, homogenization, ultrafiltration - have been studied. Based on the results obtained, the optimal parameters for carrying out these technological operations in production conditions for this type of raw material were determined. Freezing is indicated for collection, storage and delivery to the place of colostrum processing. The modes of heat treatment of colostrum depending on the time of its receipt have been determined. Limit concentrations of stabilizer salts have been established to increase the coagulation threshold of non-heat-resistant colostrum. It has been established that double separation is necessary for colostrum, and the modes of its homogenization have also been substantiated. It has been proven that the use of standard membrane processing modes makes it possible to obtain a concentrate with an increased mass fraction of protein, which is a promising raw material for further processing.

**Key words:** colostrum, pasteurization, freezing, defrosting, separation, temperature, pressure, homogenization, permeate, retentate, concentrate, mass fraction of fat, ultrafiltration, whey proteins.

**Введение.** Актуальным направлением в современной пищевой индустрии является производство продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. Особые перспективы в данном отношении имеет использование для их выпуска сырья, которое изначально содержит в себе незаменимые пищевые компоненты: полноценные белки, витамины, минеральные вещества и др. Невостребованным у переработчиков нашей страны видом

сырья, обладающим уникальным набором жизненно важных веществ, сегодня является коровье молозиво.

Молозиво представляет секрет молочной железы коровы, вырабатываемый в течение 2-7 дней после отела [1-11]. Оно содержит незаменимые и заменимые биологически активные и питательные вещества, такие как иммуноглобулины, лактоферрин, лизоцим, лактопероксидаза, богатые пролином полипептиды и факторы роста I и II, ростовые гормоны и др. Клинические исследования доказали, что молозиво оказывает противомикробное, антиоксидантное, иммуномодулирующее, противовоспалительное действие как на организм животного, так и человека [2, 4, 12].

Однако такой состав молозива обуславливает его отличные от обычного молока органолептические и физико-химические свойства, низкую термоустойчивость, что в свою очередь исключает возможность применения общепринятых режимов технологических операций для его переработки [13].

Исходя из вышеизложенного, целью исследований явилось изучение технологических аспектов термической и механической обработки молозива.

Для проведения исследований были поставлены следующие задачи:

- ♦ определение режимных параметров технологических операций термической обработки молозива;
- ♦ изучение способов повышения термоустойчивости молозива;
- ♦ изучение влияния замораживания молозива, как способа его промышленного накопления, и последующей дефростации на его термоустойчивость;
- ♦ определение режимных параметров операций механической обработки молозива: сепарирования, гомогенизации, ультрафильтрации.

**Материалы и методы исследований.** Определение режимных параметров технологических операций термической обработки молозива в течение начального периода лактации производили по средствам термической обработки (пастеризации) опытных образцов молозива, полученных от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» и СПК «Прогресс Вертелишки» осенне-зимнего периода содержания, собранных спустя 1, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 часов после отела. Эффективность пастеризации определяли по пробе на пероксидазу и лактоальбуминовой пробе — по ГОСТ 3623-73. В исследуемых пробах были определены следующие показатели:

- ♦ титруемая кислотность, °Т — по ГОСТ 3624;
- ♦ активная кислотность (рН) — по ГОСТ 26781-85;
- ♦ массовая доля жира, % — по ГОСТ 5867-90, п.2;
- ♦ массовая доля общего белка, % — согласно СТБ ISO 8968-1-2008;
- ♦ по плотность, г/см<sup>3</sup> — по ГОСТ 3625-84.

Исследование возможности стабилизации солевого равновесия молозива проводили для образцов молозива, не выдержавших теплового воздействия, с использованием солей-стабилизаторов — калия фосфорнокислого и натрия лимоннокислого, а также их смеси (каждой солью в отдельности и смесью указанных солей).

Для изучения влияния замораживания и последующей дефростации на термостойкость молозива опытные образцы, полученные от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» и СПК «Прогресс Вертелишки» осенне-зимнего периода содержания, собранные спустя 1, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 часов после отела, были заморожены до достижения ими температуры минус  $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$  и хранились при указанном режиме на протяжении семи дней. После этого они были разморожены согласно методике дефростации, заключающейся в постепенном нагреве опытных образцов на водяной бане до температуры плюс  $40^\circ\text{C}$ , при которой максимально сохраняются чувствительные белки иммуноглобулина, в течение от 40 до 90 минут. По окончании процесса исследуемые образцы были подвергнуты термической обработке — пастеризации.

С целью определения режимных параметров технологических операций механической и баромембранной обработки был осуществлен забор образцов сборного колострума весенне-летнего периода содержания от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» в период с 1 до 168 часов после отела.

Отобранные образцы были исследованы по трем основным направлениям:

- ♦ определение режимных параметров сепарирования с использованием сепаратора «Мотор-СИЧ-100» на базе УО «Гродненский государственный аграрный университет» (рис. 1);
- ♦ изучение режимных параметров гомогенизации — на автоматическом лабораторном гомогенизаторе марки «FBI» (рис. 3);

♦ изучение процесса ультрафильтрации молока на лабораторной ультрафильтрационной установке Я23-ОУФ на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с использованием рулонного мембранного элемента (производства ГНУ «ИФОХ НАН Беларуси») Пан-20, селективной проницаемостью 20 кДа (рис. 2).

В исследуемых пробах и полученных фракциях на протяжении всего периода исследований определялись следующие показатели:

- ♦ титруемая кислотность, °Т — по ГОСТ 3624;
- ♦ активная кислотность (рН) — по ГОСТ 26781-85;
- ♦ массовая доля сухих веществ, % — по ГОСТ 3626-76, п.3;
- ♦ массовая доля жира, % — по ГОСТ 5867-90, п.2;
- ♦ массовая доля лактозы, % — по МВИ.МН 4475-2012;
- ♦ массовая доля общего белка, % — согласно СТБ ISO 8968-1-2008;
- ♦ массовая доля сывороточных белков, % — по ГОСТ Р 54756-2011;
- ♦ массовая доля казеина, % — по ISO 17997-1:2004;
- ♦ массовая доля небелкового азота, % — согласно «Состав и свойства молока, как сырья для молочной промышленности»;
- ♦ массовая доля золы, % — по МВИ.МН 5155-2015, ГОСТ 15113.8-77.



Рис. 1. Сепаратор марки «Мотор-СИЧ-100»  
Fig. 1. Brand separator "Motor-SICH-100"



Рис. 2. Лабораторная ультрафильтрационная установка Я23-ОУФ  
Fig. 2. Laboratory ultrafiltration unit Ya23-OUF



Рис. 3. Лабораторный гомогенизатор марки «FBI»  
Fig. 3. Laboratory homogenizer brand "FBI"



**Результаты исследований и их обсуждение.** Изучение технологических особенностей пастеризации молозива заключалось в последовательной тепловой обработке отобранных образцов. В ходе проведения экспериментов регистрировалась температура начала коагуляции (свертывания молозива, образование единичных крупинок белка) и массовой коагуляции. После пастеризации все образцы, выдержавшие температурное воздействие ( $\geq 85^\circ\text{C}$  в течение  $\geq 5$  мин.), были проверены на эффективность пастеризации — по пробе на пероксидазу и лактоальбуминовой пробе. Результаты исследований динамики термоустойчивости и сопутствующих ей физико-химических показателей молозива приведены в табл. 1.

Анализ данных показывает, что образцы молозива, собранные в период с 1-24 часов после отела, являются нетермоустойчивыми, так как не выдерживают температурного воздействия свыше  $85^\circ\text{C}$  и коагулируют в температурном интервале от  $58,3 \pm 3,8^\circ\text{C}$  до  $72,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$ . Это обусловлено повышенной массовой долей белков, в частности, термолабильных сывороточных фракций. При этом установлена зависимость между концентрацией белков в молозиве и температурой коагуляции: чем выше массовая доля белка, тем ниже порог коагуляции. В образцах, отобранных в последующие часы, наблюдается постепенный рост температурного порога коагуляции, и уже в образцах, полученных спустя 72 часа после отела, данный показатель практически соответствует таковому в зрелом молоке и составляет  $92,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$ . Молозиво, полученное через 96-168 часов после отела, выдерживает термическую обработку свыше  $85^\circ\text{C}$  в течение более 5 мин.

Проведенные пробы на эффективность пастеризации показывают, что указанный режим обработки достаточен для получения пастеризованного продукта, пригодного для дальнейшей технологической обработки.

Образцы молозива, собранные в период с 1 по 24 часа после отела и не выдержавшие указанного температурного воздействия, были подвергнуты стабилизации с помощью солей-стабилизаторов — калия фосфорно-кислого ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) и натрия лимонно-кислого ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ). Обработка проводилась каждой солью в отдельности и их смесью, после чего была проведена их термическая обработка по указанной выше схеме.

В молозиво, полученное в течение 1, 4, 8 и 12 часов после отела, последовательно были введены указанные выше соли-стабилизаторы в концентрациях 5,5, 12, 17, 22 мас. % к белку. Видимый результат показало внесение в молозиво, собранное спустя 1 час после отела, солей в количестве 22 мас. % — порог коагуляции при нагревании увеличился с  $58,33 \pm 3,76^\circ\text{C}$  до  $71,3 \pm 2,25^\circ\text{C}$ , однако температурное воздействие свыше  $85^\circ\text{C}$  данная группа образцов не выдержала. Введение большей концентрации солей считаем нецелесообразным.

Аналогичные результаты были получены при стабилизации образцов, собранных через 4, 8, 12 часов после отела. При стабилизации образцов, полученных спустя 24 часа после отела указанными солями в концентрации 5,5 мас. %, были получены следующие результаты: нагревание до  $68^\circ\text{C}$  в течение 5 мин. — нет видимых изменений;  $75^\circ\text{C}$  в течение 1 мин. — незначительное загустевание;  $76-79^\circ\text{C}$  — уплотнение структуры;  $80^\circ\text{C}$  в течение 2 мин. — массовая коагуляция. После внесения каждой из солей и их смеси в концентрации 12 мас. % были получены следующие результаты: нагревание от  $65$  до  $85^\circ\text{C}$  привело к незначительному загустеванию без образования видимых хлопьев; выдержка при  $85^\circ\text{C}$  в течение 5 мин. не привела к массовой коагуляции, однако структура молозива была достаточно вязкой. Дальнейшее увеличение концентрации солей видимых изменений не принесло, в связи с чем, увеличение дозировки вносимых солей считаем нецелесообразным.

Сравнительная оценка термоустойчивости замороженных и сырых образцов молозива в течение начального периода лактации, приведенная на рисунке 4, дает основания сделать вывод, что порог коагуляции замороженных образцов практически полностью соответствует данному показателю в незамороженных. При этом наблюдается незначительный рост данного показателя у замороженных образцов: так, температура коагуляции замороженного молозива, полученного в течение 1 часа после отела, составила  $66,8^\circ\text{C}$  против  $65,3^\circ\text{C}$  в сыром молозиве. Образцы, полученные спустя 96-168 часов после отела, как замороженные, так и сырые, выдерживали температурную обработку свыше  $100^\circ\text{C}$ . Лактоальбуминовая проба и проба на пероксидазу подтвердили эффективность пастеризации замороженных образцов.

При определении оптимальных параметров центробежного разделения молозива — сепарирования — было изучено влияние температуры на эффективность обезжиривания. Сборное молозиво, собранное в период с 1 до 168 часов после отела, было просепарировано при следующих температурных режимах:  $35^\circ\text{C}$ ,  $45^\circ\text{C}$ ,  $55^\circ\text{C}$ . Результаты анализа сборного молозива и полученных фракций по физико-химическим показателям приведены в табл. 2.

Таблица 1. Динамика физико-химических показателей и термоустойчивости молозива в течение начального периода лактации  
 Table 1. Dynamics of physicochemical parameters and thermal stability of colostrum during the initial period of lactation

Наименование показателя	Время после отела, ч											Контрольный образец
	1	4	8	12	24	48	72	96	120	144	168	
Массовая доля жира, %	7,42±0,48	6,96±0,69	6,21±0,58	5,47±0,21	5,35±1,29	4,93±0,13	4,52±0,79	3,67±0,14	3,65±0,84	3,86±0,16	3,71±0,22	3,54±0,92
Массовая доля белка, %	18,95±0,74	14,92±0,34	11,08±0,39	8,86±0,52	6,17±0,49	4,88±0,28	4,72±0,54	4,69±0,87	4,42±0,63	4,39±0,78	4,02±1,21	3,29±0,46
Кислотность, °Т	58,61±0,79	52,15±3,23	47,23±2,17	43,68±1,44	41,67±1,69	33,71±1,27	24,3±1,21	22,46±0,88	21,00±0,54	20,38±0,63	18,84±0,76	17,95±0,85
pH	6,16±0,09	6,13±0,03	6,21±0,02	6,26±0,02	6,28±0,03	6,41±0,03	6,31±0,07	6,50±0,04	6,53±0,06	6,66±0,05	6,71±0,04	6,79±0,04
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,054±0,32	1,050±0,42	1,046±0,33	1,039±0,07	1,036±0,06	1,030±0,02	1,029±0,07	1,027±0,06	1,029±0,07	1,028±0,06	1,028±0,05	1028,0 ±0,03
Температура начала коагуляции, °С	58,33±3,76	58,46±2,98	62,13±3,21	65,84±1,48	72,67±2,33	74,65±0,58	91,00±4,0	-	-	-	-	-
Температура коагуляции, °С	65,33±1,45	66,15±1,87	69,54±2,04	73,04±0,98	76,67±2,27	89,33±0,33	92,67±2,33	>95	>95	>95	>95	>95
Время выдержки, мин.	-	-	-	-	-	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0
Проба на пероксидазу	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Лактоальбуминовая проба	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

Примечание — «+» — пастеризация эффективна; «-» — не выдержало нагревания свыше 85 °С.

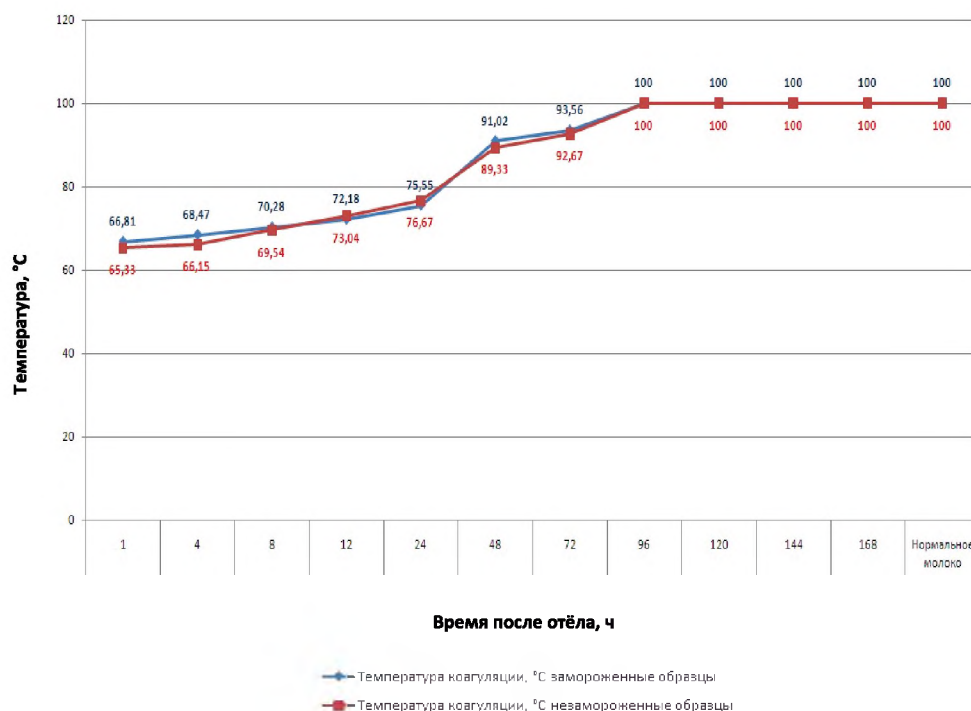


Рис. 4. Изменение термоустойчивости замороженных и сырых образцов молозива в течение начального периода лактации в сравнительном аспекте

Fig. 4. Changes in thermal stability of frozen and raw colostrum samples during the initial period of lactation in a comparative aspect

Таблица 2. Физико-химические показатели исследуемых образцов до и после первого сепарирования

Table 2. Physico-chemical parameters of the studied samples before and after the first separation

Наименование показателей	Физико-химические показатели						
	молозиво сборное (1-168 ч)	сливки молозивные			обезжиренная фракция		
		35 °C	45 °C	55 °C	35 °C	45 °C	55 C
Массовая доля сухих веществ, %	18,64±0,17	34,89±0,43	38,41±0,64	39,08±0,38	15,22±0,17	14,88±0,05	14,81±0,04
Массовая доля общего белка, %	8,76±0,01	6,89±0,08	6,53±0,06	6,28±0,08	9,21±0,04	9,36±0,05	9,32±0,06
Массовая доля сывороточных белков, %	3,58±0,04	2,59±0,03	2,42±0,04	2,38±0,02	3,82±0,04	3,93±0,02	3,91±0,03
Массовая доля лактозы, %	2,35±0,2	1,60±0,21	1,56±0,18	1,49±0,26	2,52±0,2	2,56±0,13	2,61±0,4
Массовая доля жира, %	5,21±0,33	24,0±0,52	28,5±0,34	30,0±0,48	1,33±0,06	0,76±0,05	0,68±0,04
Кислотность, °Т	27,5±1,04	25,67±0,33	23,52±0,27	21,74±0,38	32,87±0,59	35,28±0,16	36,03±0,11
pH	6,55±0,07	6,30±0,02	6,57±0,04	6,87±0,01	6,34±0,01	6,28±0,02	6,19±0,02

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при исследуемых тепловых режимах сепарирования в ходе однократного проведения процесса добиться удовлетворительного обезжиривания не удастся. При температуре 35°C остаточная массовая доля жира в обезжиренной фракции составила 1,33±0,06 %, при 45°C — 0,76±0,05 %, при 55°C — 0,68±0,04 % при требуемой согласно принятым нормам на обезжиренное молоко ≤0,5 % [14]. Это связано, по нашему мнению, с повышенной массовой долей белка и жира исходного сырья, высокой вязкостью жировой эмульсии в молозиве. Действие этих факторов в комплексе затрудняет процесс центробежного разделения. В связи с тем, что полученные образцы со-

держали повышенную массовую долю жира в сравнении с допустимым показателем для обезжиренного молока из цельного молока, все обезжиренные фракции были повторно подвергнуты сепарированию. В полученных обезжиренных фракциях повторно была определена массовая доля жира.

Результаты анализов показали, что повторное сепарирование молозива при 35 °С позволило достичь остаточной массовой доли жира в 0,52±0,51 %, при 45 °С и 55 °С наблюдалось практически полное отсутствие жира в обезжиренной фракции: 0,03±0,68 % и 0,01±0,47 %. Однако вторичное сепарирование при 55 °С сопровождалось излишним вспениванием обезжиренной и жировой фракций, что в значительной степени затрудняет их дальнейшую технологическую обработку. Таким образом, установлено, что для сепарирования молозива целесообразно применять двукратную центробежную обработку при температуре не ниже 45 С.

Определение оптимальных параметров (температура и давление) процесса гомогенизации молозива проводили путем измерения эффективности гомогенизации в исследуемых обработанных пробах методом отстаивания жира. Сущность метода заключается в выдерживании гомогенизированных образцов объемом 250 см<sup>3</sup> в течение 48 часов при температуре 6-8 °С.

По истечении указанного времени содержимое цилиндра разделяют на два слоя и в каждом из них определяют массовую долю жира, после чего определяют эффективность гомогенизации в % расчетным путем по формуле:

$$C = \frac{Ж_в - Ж_н}{Ж_в} \cdot 100, \tag{1}$$

где Ж<sub>в</sub> — массовая доля жира в верхнем слое эмульсии, %; Ж<sub>н</sub> — массовая доля жира в нижнем слое эмульсии, %;

Полученные значения эффективности гомогенизации при различных величинах давления и температуры приведены в табл. 3.

Таблица 3. Значение показателя эффективности гомогенизации (%) при различных величинах температуры и давления  
Table 3. Value of the homogenization efficiency indicator (%) at various temperatures and pressures

Давление, МПа	Температура, °С				
	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0
6,0	51,0	49,0	46,2	47,9	47,4
8,5	39,2	36,3	28,9	31,0	32,4
11,0	28,2	23,1	14,2	19,3	22,2
13,5	24,0	16,4	9,4	12,8	15,5
16,0	24,2	16,8	9,6	11,9	15,1
18,5	25,7	17,4	10,7	12,8	16,3
21,0	26,4	18,7	10,8	13,9	16,4

Графическая зависимость показателя эффективности гомогенизации от температуры и давления отражена на рис. 5.

Данные, приведенные в табл. 3 и на рис. 5, показывают, что получение стабильной в течение 48 часов и более жировой фазой с эффективностью гомогенизации 9,4% и 9,6% (при требуемой не более 10%) обеспечивается при температуре 50 °С и давлении соответственно 13,5 МПа и 16 МПа, что также отчетливо видно на диаграмме — синяя область, расположенная ниже остальных за границей в 10%. При более высоких и низких значениях параметров процесса эффективность гомогенизации значительно превышает установленную норму. Из табл. 3 видно, что в целом наилучшие результаты, наиболее приближенные к норме, достигаются при температуре 50°С, что позволяет установить для нее неширокий диапазон варьирования — ±2°С. Для показателя давления гомогенизации наиболее рациональным является установление допустимого интервала — 13,5-16 МПа.

Проведенные ранее исследования аминокислотного состава молозива позволили установить, что наибольшую значимость с позиций биологической ценности состава белков представляет собой колострум, собранный в период с 1 до 72 часов после отела включительно. В связи с этим, для проведения исследований по выделению белкового компонента было использовано молозиво, полученное именно в этот временной промежуток лактационного

периода. Перед проведением процесса ультрафильтрации исходное сборное молозиво подвергли сепарированию с целью предупреждения снижения скорости фильтрации по причине накопления жировой фазы на поверхности мембран. Обезжиривание проводилось с использованием ранее установленных режимов сепарирования — при температуре 45°C. Внешний вид полученных при ультрафильтрации молозива фракций схож с таковыми для цельного молока — желтый фильтрат и насыщенный белый с желтым оттенком концентрат (рис. 6).

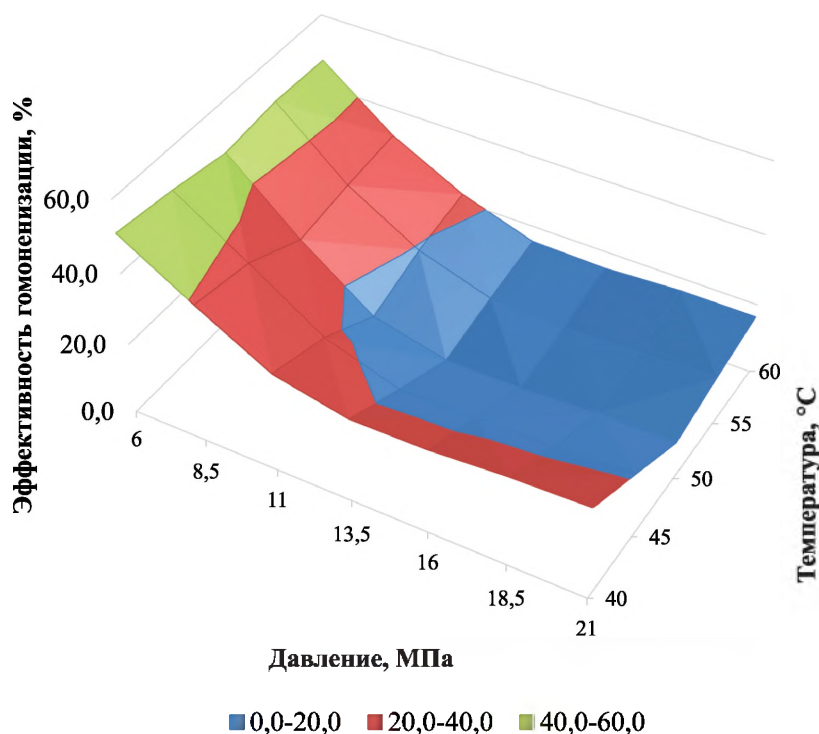


Рис. 5. Зависимость показателя эффективности гомогенизации от температуры и давления  
Fig. 5. Dependence of homogenization efficiency indicator on temperature and pressure

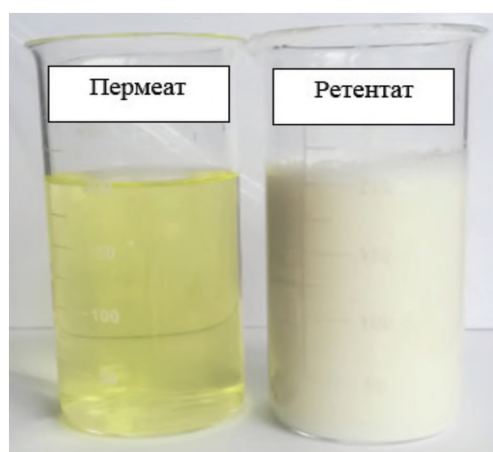


Рис. 6. Полученные при ультрафильтрации молозива фракции  
Fig. 6. Fractions obtained by ultrafiltration of colostrum

В ходе проведения концентрирования регистрировались основные технологические характеристики процесса ультрафильтрации: временные границы точек контроля, температура, давление, продолжительность сбора средней пробы фильтрата. Данные по проведению процесса ультрафильтрации приведены в табл. 4.

Таблица 4. Параметры процесса ультрафильтрации молозива  
Table 4. Colostrum ultrafiltration process parameters

№ эксперимента	Температура, °С	Давление, МПа	Фиксируемый объем фильтрата, мл	Время сбора фиксируемого объема, с	Скорость фильтрации, мл/с
Эксперимент 1	35,9	0,2	250	75	3,33
Эксперимент 2	36,5	0,2		85	2,94
Эксперимент 3	37,6	0,2		103	2,42
Эксперимент 4	38,5	0,2		109	2,29
Эксперимент 5	39,8	0,1		173	1,44
Среднее значение	37,7	0,18	—	—	2,48

Анализ данных, приведенных в табл. 4, свидетельствует о том, что процесс протекал при постоянном давлении 0,2 МПа со снижением к концу фильтрации до 0,1 МПа, средняя температура составила 37,7 °С. Установление более высоких значений температуры считали нецелесообразным с целью сохранения белковой составляющей исходного обезжиренного молозива.

Изменение скорости процесса носило линейный характер в сторону постепенного снижения от 3,33 мл/с до 1,44 мл/с, среднее значение составило 2,48 мл/с. Снижение скорости фильтрации обусловлено накоплением гелевого слоя на поверхности мембран, который приводит к уменьшению их производительности.

В начале исследований и по завершению процесса осуществили определение масс и основных физико-химических показателей исходного сырья и продуктов фильтрации, отражающих сущность концентрирования, которые приведены в табл. 5.

Таблица 5. Физико-химические показатели сборного молозива-сырья, полученного в период с 1-72 часов после отела, и продуктов мембранной фильтрации  
Table 5. Physico-chemical parameters of collected colostrum raw materials obtained in the period from 1-72 hours after calving, and membrane filtration products

Наименование показателей	Физико-химические показатели молозива				Фактор концентрирования
	молозиво		продукты ультрафильтрации		
	сборное	обезжиренное	фильтрат	концентрат	
Масса, кг	22,4	19,68	13,04	6,7	2,94
Массовая доля сухих веществ, %	19,2	12,8	4,41	29,1	2,27
Массовая доля общего белка, %	9,87	10,1	0,81	25,19	2,49
Массовая доля казеина, %	5,84	5,98	0,14	15,7	2,63
Массовая доля сывороточных белков, %	3,87	4,02	0,58	9,92	2,47
Массовая доля небелкового азота, %	0,045	0,038	0,031	0,049	1,29
Массовая доля жира, %	5,12	0,03	0	0,1	3,33
Массовая доля лактозы, %	2,41	2,52	2,38	2,72	1,08
Массовая доля золы, %	1,1	1,12	1,11	1,16	1,04
Кислотность, °Т	28	32	16	59	—

Анализ данных табл. 5 показывает, что процесс ультрафильтрации сборного молозива позволяет получить концентрат с массовой долей сухих веществ 29,1% и общего белка 25,19 %. При этом массовая доля сывороточных белков возрастает с 4,02 % до 9,92 %, т.е. фактор концентрирования по сывороточному белку составляет 2,47. Фактор концентрирования по общему белку — 2,49.

**Заключение.** Молозиво, собранное с 1 до 48 часов, не выдерживает стандартного режима пастеризации  $72 \pm 2^\circ\text{C}$  с выдержкой 15-20 с. Внесение солей-стабилизаторов позволяет обеспечить термостабильность молозива, полученного после 24 часов после отела, при этом технологически обусловленной является дозировка до 12 мас. % от содержания белка в сырье. Молозиво, полученное в период 48-72 часа после отела, при необходимости термической обработки должно быть термостабилизировано внесением солей-стабилизаторов. Стабилизация образцов молозива, полученного в течение 24 часов после отела, нецелесообразна ввиду отсутствия видимого эффекта. Для целей обеспечения микробиологической чистоты этого молозива-сырья следует применять механические методы снижения бактериальной обсемененности (центри-

фугирование и баромембранную очистку). Молозиво, полученное через 72 часа после отела, может быть пастеризовано при режимах, характерных для нормального молока.

Замораживание молозива для хранения и последующая дефростация практически не влияют на его термоустойчивость, что позволяет рекомендовать заморозку для его хранения и доставки к месту переработки.

Молозиво, обладая высокой естественной вязкостью, должно сепарироваться при высоких температурах, однако, с учетом его низкой термостойкости и вспениваемости показано, что технологически обоснованной является температура не ниже 45 °С с последующим повторным сепарированием обезжиренной фракции.

Рациональным режимом гомогенизации молозива является температура 50±2 °С и давление гомогенизации в интервале 13,5–16 МПа. Баромембранная обработка (ультрафильтрация) молозива позволяет получить концентрат с повышенной массовой долей белка. При этом массовая доля сывороточных белков — одного из наиболее значимых компонентов молозива — возрастает в 2,47 раза.

### Список использованных источников

1. Горбатова, К. К. *Химия и физика молока* : учебник / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 336 с.
2. Levieux D, Ollier A (1999) Bovine immunoglobulin G, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post-partum period. *J Dairy Res* 66: 421–430.
3. Nakamura T, Kawase H, Kimura K, Watanabe Y, Ohtani M (2003) Concentrations of sialyloligosaccharides in bovine colostrum and milk during the prepartum and early lactation. *J Dairy Sci* 86: 1315–1320.
4. Godhia ML, Patel N (2013) Colostrum — its composition, benefits as a nutraceutical: a review. *Curr Res Nutr Food Sci* 1: 37–47.
5. Playford RJ, MacDonald CE, Johnson WS (2000) Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am J Clin Nutr* 72:5– 14.
6. Foley JA, Otterby DE (1978) Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum. *J Dairy Sci* 61: 1033–1060.
7. Gopal PK, Gill HS (2000) Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum. *British J Nutr* 84: 69–74.
8. Davis PF, Greenhill NS, Rowan AM, Schollum LM (2007) The safety of New Zealand bovine colostrum: nutritional and physiological evaluation in rats. *Food Chem Toxicol* 45: 229–236.
9. Zhang LY, Wang JQ, Yang YX, Bu DP, Li SS, Zhou LY (2011) Comparative proteomic analysis of changes in the bovine whey proteome during the transition from colostrum to milk. *Asian Aus J Anim Sci* 24: 272– 278.
10. Zarcula S, Cernescu H, Mircu C, Tulcan C, Morvay A, Baul S, Popovici D (2010) Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Anim Sci Biotech* 43:154–157.
11. Georgiev P (2008) Differences in chemical composition between cow colostrum and milk. *Bul J Vet Med* 11: 3–12.
12. Das A, Seth R, Sharma D and V (2013) Evaluation of physico-chemical properties of colostrum supplemented dahi. *Dairy Chemistry Division, NDRI, Karnal*: 40–44.
13. Лозовская, Д.С. Технологические свойства молозива/ Д.С. Лозовская, О.В. Дымар. // *Молочная промышленность*. — 2022. — №1. — С. 55–57.
14. Молоко обезжиренное — сырье. Технические условия : СТБ 2263-2016. – Введ. 29.12.16 (с отменой на территории СТБ 2263-2012). – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 7 с.

### Информация об авторах

*Дымар Олег Викторович*, доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» в Республике Беларусь (ул. Мележа, 220113, д. 5/2, пом. 1201, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: dymarov@tut.by

*Лозовская Диана Сергеевна*, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки животного сырья учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: diana.lozovskaya.89@mail.ru

### Information about authors

*Dymar Oleg Viktorovich*, Doctor of technical sciences, Professor, Technical director of the representative office of MEGA a.s. in the Republic of Belarus (5/2, Melezha str., room 1201, 220113, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: dymarov@tut.by

*Lozovskaya Diana Sergeevna*, senior lecturer of the department of storage and processing of animal raw materials Educational Establishment «Grodno State Agrarian University» (28, Tereshkova str., 230008, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: diana.lozovskaya.89@mail.ru

УДК 663.48

Поступила в редакцию 11.02.2024  
Received 11.02.2024**В. В. Соловьев<sup>1</sup>, А. И. Козинец<sup>2</sup>, Ю. С. Шустикова<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь***СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ  
СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Аннотация.** Проблема переработки образующихся в процессе производства отходов стоит очень остро как в Республике Беларусь, так и в мире. Одно из основных направлений обеспечения экологически безопасного и устойчивого развития агропромышленного комплекса страны — расширение использования вторичных ресурсов и утилизация отходов промышленности по переработке растительного сырья, внедрение малоотходных и безотходных технологий. Применяемые ныне технологии перерабатывающей промышленности в большинстве своем многоотходны. Организация безотходных производств переработки сельскохозяйственного сырья дает возможность получить ряд сопутствующей продукции. Солодовый производственный процесс сопровождается образованием значительных объемов отходов, которые могут стать серьезной проблемой для солодовенных предприятий, требуя дополнительных затрат на их утилизацию.

В донной статье приведены данные по анализу технологии производства солода пивоваренного ячменного, применяемой в ОАО «Белсолод», установлены этапы образования и номенклатура отходов солодовенного производства. Представлены результаты исследования отходов солодовенного производства по физико-химическим показателям и содержанию макро- и микроэлементов. В результате проведенного исследования на содержание основных питательных и биологически активных веществ установлена градация отходов солодовенного производства от наиболее ценных к наименее ценным по питательности. На основании полученных данных установлено, что они являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %, а также за счет высокого содержания макро- и микроэлементов. Предложено перспективное направление их комплексной переработки с получением инновационного продукта кормового назначения.

**Ключевые слова:** солодовенное производство, ростки солодовые, смесь зерновая солодовенного производства, отходы от полировки, пыль зерновая, побочные продукты солодовенного производства, продукт кормовой гранулированный, кормовая ценность.

**V. V. Solovyov<sup>1</sup>, A. I. Kozinets<sup>2</sup>, Yu. S. Shustikova<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*RUE “Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus***MODERN APPROACHES TO PROCESSING WASTE OF MALTING  
PRODUCTION**

**Abstract.** The problem of processing waste generated during the production process, both in the Republic of Belarus and in the world, is very acute. One of the main directions for ensuring environmentally safe and sustainable development of the country’s agro-industrial complex is the expansion of the use of secondary resources and recycling of industrial waste from the processing of



plant raw materials, the introduction of low-waste and non-waste technologies. The processing industry technologies currently used are mostly wasteful. The organization of waste-free production facilities for processing agricultural raw materials makes it possible to obtain a number of related products. The malt production process is accompanied by the generation of significant volumes of waste, which can become a serious problem for malting enterprises, requiring additional costs for their disposal.

This article presents data on the analysis of the technology for the production of brewing barley malt used at JSC Belsolod, the stages of formation and the nomenclature of malting waste are established. The results of a study of malt production waste according to physical and chemical indicators and the content of macro- and microelements are presented. As a result of the study conducted on the content of basic nutrients and biologically active substances, a gradation of malt production waste from the most valuable to the least valuable in nutritional value was established. Based on the data obtained, it was established that they are promising raw materials for inclusion in feed products due to their high protein content, which is 31.7% for malt sprouts, about 10.0% for other types of waste under study, and also due to their high content macro- and microelements. A promising direction for their complex processing to obtain an innovative feed product has been proposed.

**Key words:** malting production, malt sprouts, malting grain mixture, polishing waste, grain dust, malting production by-products, granulated feed product, feed value.

**Введение.** Проблема переработки образующихся в процессе производства отходов, как в Республике Беларусь, так и в мире, стоит очень остро. Одно из основных направлений обеспечения экологически безопасного и устойчивого развития агропромышленного комплекса страны — расширение использования вторичных ресурсов и утилизация отходов промышленности по переработке растительного сырья, внедрение малоотходных и безотходных технологий. Применяемые ныне технологии перерабатывающей промышленности в большинстве своем многоотходны. Организация безотходных производств переработки сельскохозяйственного сырья дает возможность получить ряд сопутствующей продукции.

Наряду с экономическим аспектом — расширением ресурсного потенциала сырья — использование отходов имеет экологический аспект, т.к. в результате неиспользования отходов и неконтролируемого выброса их в окружающую среду увеличивается антропогенная нагрузка на природную среду. Поэтому весьма актуальны исследования, направленные на разработку и совершенствование технологий новых продуктов на основе экологизации и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья.

Солодовый производственный процесс сопровождается образованием значительных объемов отходов, которые могут стать серьезной проблемой для солодовенных предприятий. Так, Ветрова О.Н. в своих исследованиях отмечает, что производство 100,0 тонн солода может сопровождаться образованием до 14 тонн отходов, которые требуют дополнительных затрат на их утилизацию, что может негативно сказаться на финансовом состоянии предприятия [1].

Существует ряд исследований, посвященных экономической эффективности различных способов переработки отходов солодовенного производства. Например, Орлова А.И. приводит данные по использованию солодовенных отходов для производства биогаза и расчет экономической эффективности для предприятия [2]. В других исследованиях было показано, что использование отходов солодовенного производства для производства кормовых добавок может быть экономически эффективным в зависимости от рыночной цены на кормовые добавки [3, 4].

Рядом авторов рассмотрены возможности использования отходов солодовенного производства в пищевой промышленности, а также проблемы, связанные с их переработкой. Описаны существующие способы переработки, включая сушку и гранулирование, производство белковых и дрожжевых продуктов, получение энзимов и других биологически активных веществ. Также предложены новые направления использования отходов солодовенного производства, включая производство функциональных продуктов питания, кормов и биотоплива [4, 5, 6].

Проведенный патентный поиск позволил проанализировать существующие способы получения кормовых добавок с использованием отходов пивоваренного производства. Среди наиболее интересных разработок внимания заслуживает способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных [7], основанный на перемешивании и стерилизации

компонентов питательной среды, содержащей пивную дробину, муку солодовых ростков, муку зерноотходов ячменя, молочную сыворотку, лимонную кислоту, воду и минеральные добавки в виде мела, едкого калия, аммония сернокислого, магния сернокислого, натрия сернокислого. В полученную питательную среду добавляются пивные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* в количестве 500–600 тыс. микробных клеток, лактобактерии *Lactobacillus fermentum* в количестве 1 млрд. клеток, молочную сыворотку — 1,0 литр и воду до 10 литров общего объема. Затем полученная смесь культивируется при температуре 28–30 °С и pH 5,6–6,2 в течение 20–22 часов, фильтруется в течение 5–6 часов и высушивают до содержания влаги 10–12 %. Приведенная технология позволяет повысить питательную ценность кормовой добавки, что способствует повышению интенсивности прироста массы сельскохозяйственных животных. Отмечено, что производство кормов на основе пивной дробины способствует стимуляции роста и увеличению массы тела сельскохозяйственных животных.

Коллективом авторов в составе А. А. Чекрыгин, О. Я. Евтушенко, А. П. Ниниченко предложен способ получения кормов, изготовленных из отходов пивоваренного производства [8]. Целью изобретения является повышение питательных качеств основного компонента — дробины, улучшение экологии производства и окружающей среды. Предлагаемый корм включает пивную дробину, солодовые ростки, сплав, зерновые отходы, а новым признаком являются отработанные пивные дрожжи, при следующем соотношении масс: пивная дробина 1000 кг, солодовые ростки 10 кг, сплав 2,6 кг, зерновые отходы 10 кг, отработанные пивные дрожжи 46 кг. Предлагаемый способ приготовления корма для сельскохозяйственных животных включает сбор пивной дробины, солодовых ростков, сплава, зерновых отходов, отработанных пивных дрожжей, их смешивание и сушку.

Интерес представляет способ получения гранулированного кормового продукта, включающий смешивание измельченного исходного сырья с азотистым веществом и связующим [9]. В качестве азотистого вещества используют 12 %-ный водный раствор угле-аммонийной соли, доводят при смешивании влажность до 20–25 %, а в качестве связующего вещества используют лигно-сульфонат в количестве 5–7 % от массы полученной смеси. Процесс осуществляется при давлении 5–10 МПа и температуре матриц 120–140 °С в течение 3–5 мин. В результате осуществления предлагаемого способа получают кормовые гранулы со следующими показателями качества: плотность гранул 1,190 г/см<sup>3</sup>, крошимость гранул 2,0 %, перевариваемость 29,4 %, содержание общего азота 3,02 %, содержание сырого протеина 18,9 %. Предложенная технология изготовления кормового продукта позволяет повысить его питательную ценность и усвояемость.

Отдельную группу составляют изобретения, описывающие производство добавки для комбикормов или кормовой муки для кормления сельскохозяйственных и непродуктивных животных с использованием солодовых ростков. В состав кормовой муки входят также ферментный препарат, обладающий целлюлолитической активностью 0,5–2 % и ферментный препарат, обладающий протеолитической активностью 0,5–2 %, что позволяет повысить содержание и биодоступность водорастворимых веществ, содержащихся в солодовых ростках, и обеспечить более полное усвоение корма и увеличение привеса [10].

В целом, можно отметить, что подходы комплексной переработки отходов солодовенного производства в предлагаемом варианте на сегодняшний день в Республике Беларусь не реализованы.

В настоящее время ОАО «Белсолод» является крупнейшим производителем пивоваренного солода в Республике Беларусь. С момента ввода завода в эксплуатацию в 1989 он занимает уже более 30 лет прочные позиции на рынке солода, обеспечивая потребности белорусских и зарубежных пивоваров в высококачественном сырье [11].

Технология производства солода пивоваренного включает следующие основные технологические этапы: подготовка сырья и вспомогательных материалов (приемка, очистка, хранение), лабораторное микросоложение, замачивание и проращивание ячменя, сушка свежепророщенного солода, удаление ростков, полировка солода, транспортирование и хранение готового продукта.

Отходы солодовенного производства образуются в процессах очистки, сортировки и замочки ячменя, а также при полировке солода и удалении ростков. В процессе производства солода в ОАО «Белсолод» образуются: ростки солодовые, отходы от полировки солода, отходы аспирационные, сплав зерновой, ячмень мелкий, смесь зерновая. Они являются деше-

вой и широко распространенной кормовой добавкой в хозяйствах, расположенных вблизи заводов, а использование их дает возможность в определенной степени восполнить дефицит кормового протеина в рационах откармливаемого скота и значительно снизить затраты на единицу продукции.

По состоянию на 01 января 2023 года производственная мощность ОАО «Белсолгод» составила 131,9 тыс. тонн пивоваренного солода в год. За 2022 предприятием произведено 127,3 тыс. тонн солода пивоваренного ячменного светлого, 2,59 тыс. тонн солода пивоваренного ячменного карамельного и жженого, 2,01 тыс. тонн солода пивоваренного пшеничного. Часть отходов, образующихся при сортировке зерна (ячмень мелкий), ОАО «Белсолгод» реализует как фуражный ячмень. Для остальных отходов предстоит дополнительно найти способы их использования. Кормовая ценность 1,0 кг данных отходов составляет 0,5 — 0,6 кормовых единиц. Наиболее ценными из них являются солодовые ростки. Они отделяются от солода во время сушки и при обработке его на очистительных и росткоотбойных машинах. Благодаря высокому содержанию питательных веществ, солодовые ростки могут служить высокопродуктивным кормом для сельскохозяйственных животных.

В целом отходы солодовенного производства — это важная составляющая часть сырьевой базы животноводства. Сегодня сложилась ситуация, когда объемы этих отходов можно сопоставить с объемами исходного сырья, что позволяет получать полноценные корма с минимальными затратами на их производство и решать проблемы экологии, которые возникают при их утилизации.

В связи с вышеизложенным, актуальным направлением является разработка эффективной технологии комплексной переработки отходов солодовенного производства. Применение такой технологии позволит предприятию снизить расходы на утилизацию отходов и получить дополнительные доходы за счет использования этих отходов в производстве.

**Цель исследований** — исследовать питательность и кормовую ценность отходов солодовенного производства и определить возможность их комплексного использования на кормовые цели.

**Объект исследований.** В качестве объекта исследований выступали отходы солодовенного производства: смесь зерновая солодовенного производства, отходы от полировки солода, ростки солодовые, отходы при хранении и подработке зерна, пыль зерновая, отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в лаборатории отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», в лабораториях Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, в ОАО «Белсолгод», в условиях опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Для выполнения аналитических исследований применяли общепринятые физико-химические методы анализа:

Массовую долю сырого протеина в пересчете на сухое вещество определяли титриметрическим методом по Кьельдалю согласно [12].

Массовую долю сырой золы в пересчете на сухое вещество определяли по [13].

Массовую долю сырого жира в сухом веществе определяли по [14].

Массовую долю сухих веществ определяли по [15].

Массовую долю сырой клетчатки в сухом веществе определяли методом, основанном на удалении из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку, согласно [16].

Массовую долю крахмала в пересчете на сухое вещество определяли по [17].

Массовую долю содержания макро- и микроэлементов определяли методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой по [18].

**Результаты исследований и их обсуждение.** На основе анализа технологии производства солода пивоваренного ячменного, применяемой в ОАО «Белсолгод», установлены этапы образования отходов. В процессе производства солода на ОАО «Белсолгод» образуются следующие отходы: ростки солодовые, отходы от полировки солода, отходы аспирационные, слав зерновой, ячмень мелкий, смесь зерновая.

Технологическая схема производства солода пивоваренного ячменного и образования отходов на ОАО «Белсолод» представлена на рис. 1.

Исходя из технологической схемы отходы солодовенного производства образуются в процессах очистки, сортировки и замочки ячменя, а также при полировке солода и удалении ростков.

В табл. 1 приведено количество образовавшихся отходов за 2022 год в ОАО «Белсолод».

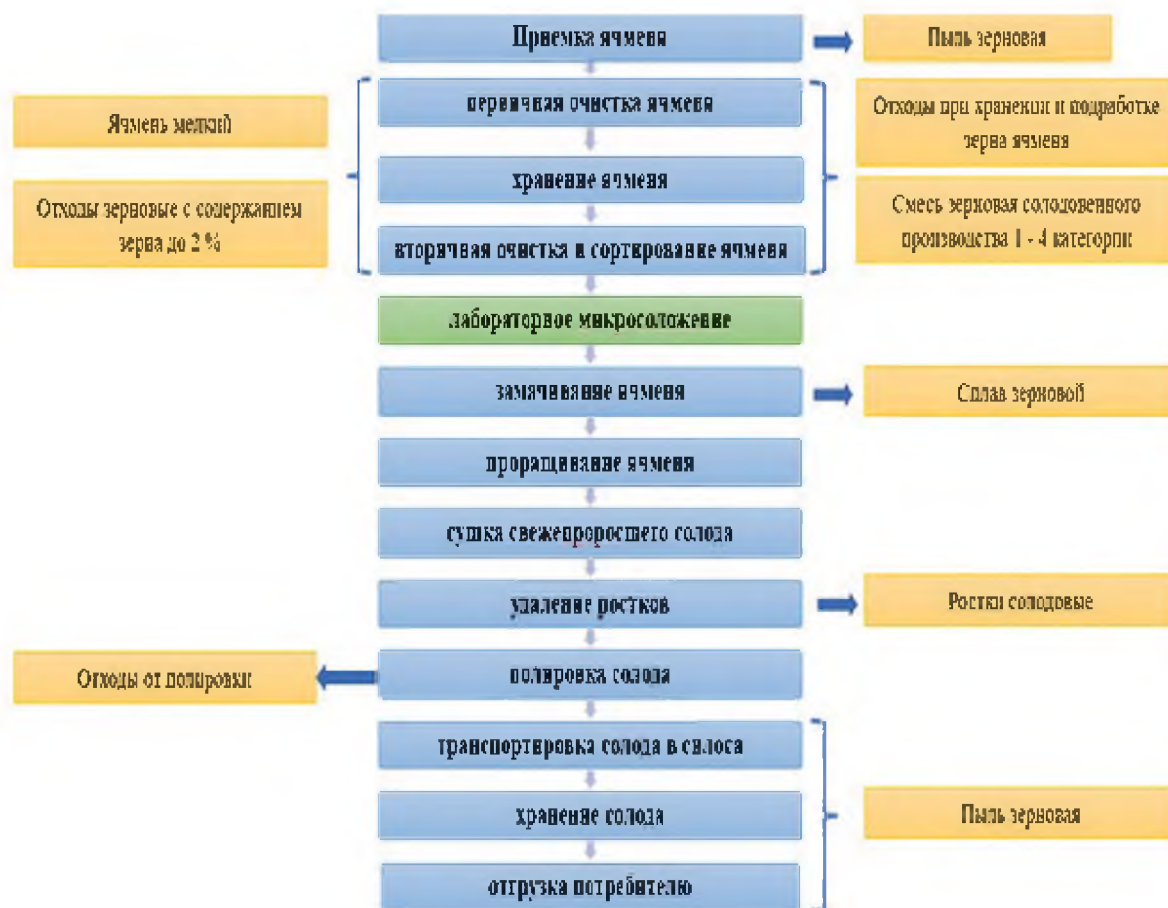


Рис. 1. Технологическая схема производства солода пивоваренного ячменного и образования отходов на ОАО «Белсолод»

Fig. 1. Technological scheme for the production of brewing barley malt and waste generation at JSC Belsolod

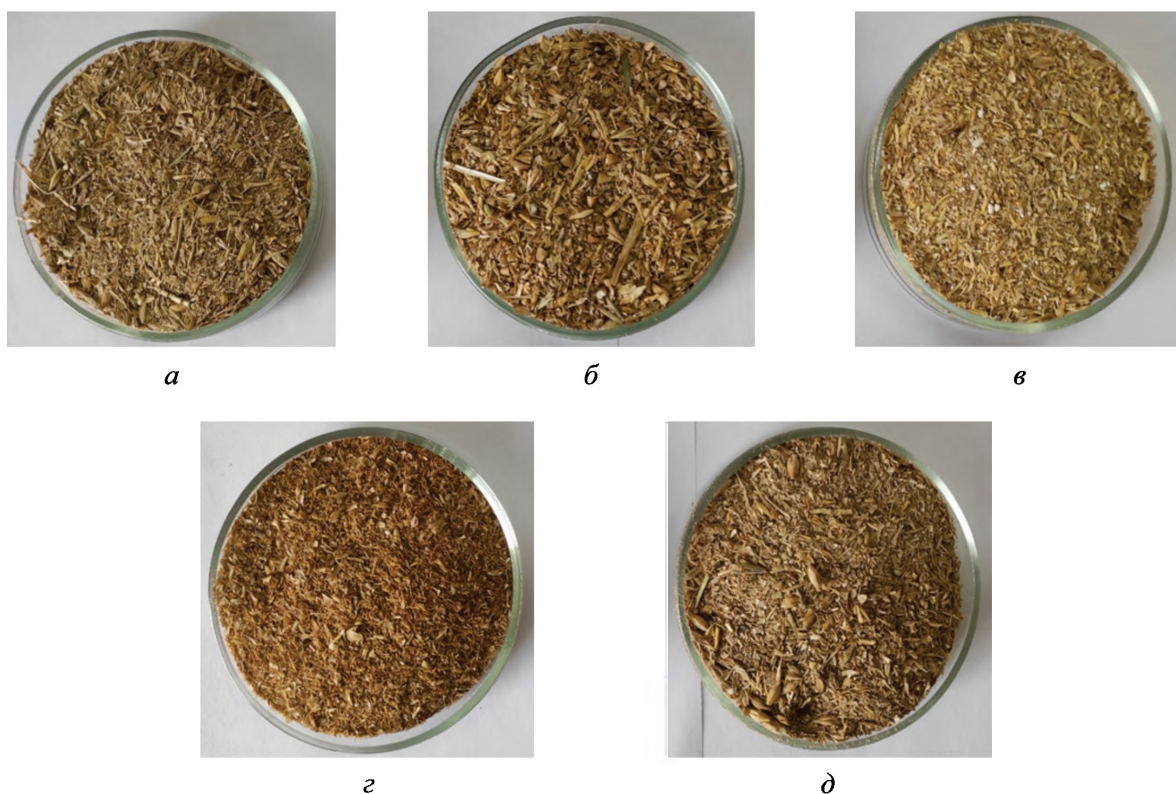
Количество образующихся отходов при производстве солода в производственных условиях ОАО «Белсолод» за 2022 год составило 10,7 % от общего объема выработанного солода. Анализ данных, представленных в таблице 1, позволил сделать вывод о том, что в связи с большим количеством образования отходов при производстве солода, они являются перспективным источником повышения эффективности производства при внедрении технологий их рациональной утилизации.

Основными показателями, определяющими эффективность и целесообразность использования отходов солодовенного производства, являются кормовая ценность и невысокая стоимость.

В производственных условиях ОАО «Белсолод» отобраны отходы (рис. 2), представляющие особый интерес с точки зрения поиска способов их рациональной утилизации: отходы при хранении и подработке ячменя; смесь зерновая солодовенного производства; отходы от полировки солода; ростки солодовые; пыль зерновая.

Таблица 1. Количество отходов при производстве пивоваренного солода в ОАО «Белсолод» за 2022 год  
Table 1. Amount of waste during the production of brewing malt at JSC Belsolod for 2022

Наименование отходов	Количество		
	тонн	%	% от объема выработанного солода
Ячмень мелкий	6 264,88	44,35	4,75
Смесь зерновая солодовенного производства	683,01	4,84	0,52
Отходы от полировки солода	1 731,8	12,26	1,31
Ростки солодовые	3 522,57	24,94	2,67
Отходы при хранении и подработке зерна ячменя	124,22	0,88	0,09
Пыль зерновая	131,19	0,93	0,1
Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %	1 108,3	7,85	0,84
Сплав зерновой	558,46	3,95	0,42
Всего	14 124,43	100,0	10,71



а — отходы при хранении и подработке ячменя; б — смесь зерновая солодовенного производства; в — отходы от полировки солода; г — ростки солодовые; д — пыль зерновая

Рис. 2. Отходы солодовенного производства  
Fig. 2. Waste from the malting production

Отходы производства ОАО «Белсолод» исследованы по физико-химическим показателям. Результаты исследований представлены в табл. 2.

На основании анализа данных, представленных в табл. 2, установлено, что отходы солодовенного производства являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %.

Таблица 2. Результаты исследований физико-химических показателей отходов солодовенного производства  
Table 2. Results of the study of physical and chemical indicators of waste from the malting production

Наименование отходов	Массовая доля в сухом веществе, %				Массовая доля влаги, %
	протеин	жир	клетчатка	зола	
Смесь зерновая солодовенного производства	8,67±0,43	0,49±0,02	18,4±0,92	5,06±0,25	9,70±0,48
Отходы от полировки солода	9,77±0,48	0,71±0,03	12,5±0,62	4,78±0,23	6,20±0,31
Ростки солодовые	31,7±1,58	0,37±0,02	13,8±0,69	7,33±0,36	4,80±0,24
Отходы при хранении и подработки зерна ячменя	10,74±0,53	1,05±0,05	24,4±1,22	6,43±0,32	7,80±0,39
Пыль зерновая	10,76±0,53	1,13±0,05	25,0±1,25	6,47±0,32	7,90±0,39
Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %	13,71±0,68	1,40±0,07	21,7±1,08	4,44±0,22	8,70±0,43

Результаты исследования отходов солодовенного производства по содержанию макро- и микроэлементов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание макро- и микроэлементов в отходах солодовенного производства  
Table 3. Content of macro- and microelements in malting waste

Наименование макро- и микро-элементов	Массовая доля макро- и микроэлементов в отходах, мг/кг					
	Смесь зерновая солодовенного производства	Отходы от полировки солода	Ростки солодовые	Отходы при хранении и подработки зерна ячменя	Пыль зерновая	Отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %
Железо	150,0	92,0	90,0	420,0	130,0	250,0
Калий	8000,0	12000,0	23000,0	8500,0	8700,0	11000,0
Кальций	1200,0	740,0	1400,0	1600,0	1800,0	1600,0
Магний	1000,0	1300,0	1600,0	1200,0	1200,0	1200,0
Марганец	24,0	34,0	77,0	35,0	41,0	40,0
Медь	2,5	7,1	13,0	3,5	3,7	2,2
Натрий	110,0	160,0	310,0	110,0	120,0	130,0
Фосфор	2300,0	4800,0	7500,0	2400,0	2800,0	3500,0
Цинк	22,0	60,0	110,0	31,0	29,0	30,0

На основании анализа данных, представленных в табл. 3, установлено, что отходы солодовенного производства содержат в своем составе макро- и микроэлементы в большом количестве, так содержание калия составляет от 8,5 до 23,0 г/кг, содержание магния от 1,0 до 1,6 г/кг, содержание кальция от 0,74 до 1,8 г/кг, содержание фосфора от 2,3 до 7,5 г/кг.

Концентрация обменной энергии в отходах от полировки солода и ростках солодовых составляет 11,7–11,8 МДж в 1 кг, что соответствует содержанию ее в зерне кукурузы (11,79 МДж). В вышеуказанных вторичных продуктах установлено наибольшее среди всех изучаемых кормовых средствах содержание сырого протеина (189,8 и 327,3 грамма в 1 кг) и по данному показателю они превосходят зерно кукурузы в 2,5 и 4,4 раза зерно кукурузы.

В результате проведенного исследования на содержание основных питательных и биологически активных веществ установлена градация от наиболее ценных по питательности отходов солодовенного производства: ростки солодовые → отходы от полировки солода → смесь зерновая солодовенного производства → отходы при хранении и подработке зерна ячменя → пыль зерновая → отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %.

На основании сложившейся структуры образования отходов солодовенного производства и исследований их питательности и химического состава, а также структуры рационов молодняка крупного рогатого скота и дойных коров сотрудниками отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» совместно с сотрудниками опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Науч-

но-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведен расчет рецептов продукта кормового, с учетом содержания протеина не менее 20 %. Проекты рецептов продукта кормового представленные в табл. 4.

Таблица 4. Проекты рецептов продукта кормового  
Table 4. Draft recipes for feed product

Наименование отходов	Содержание в кормовом продукте, %	
	по рецепту № 1	по рецепту № 2
Смесь зерновая солодовенного производства	14,0	9,0
Ростки солодовые	28,5	48,0
Отходы от полировки солода	28,5	24,0
Пыль зерновая + отходы при хранении и подработки зерна ячменя + отходы зерновые с содержанием зерна до 2 % (в смеси)	29,0	19,0
Итого:	100,0	100,0

В условиях опытно-экспериментальной научно-производственной лаборатории кормовых добавок и биопродуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по технологии смешивания предварительно подготовленного сырья (смеситель горизонтальный СГ-200) и последующего гранулирования (пресс-гранулятор ПГ-150ПР) с использованием матрицы 6 мм, выработаны экспериментальные партии продукта кормового гранулированного.

Результаты исследований показателей качества экспериментальных образцов кормового продукта представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели качества экспериментальных образцов кормового продукта  
Table 5. Quality indicators of experimental feed product samples

Наименование показателя	Значение для продукта кормового	
	по рецепту № 1	по рецепту № 2
Массовая доля сухих веществ, %	91,40	92,80
Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, %	20,83	23,07
Массовая доля сырой золы в сухом веществе, %	4,03	6,26
Массовая доля сырого жира в сухом веществе, %	1,67	2,00
Массовая доля сырой клетчатки в сухом веществе, %	14,60	14,90
Массовая доля редуцирующих сахаров в пересчете на глюкозу, %	3,43	6,79
Массовая доля крахмала в пересчете на сухое вещество, %	-	11,49
Массовая доля железа, мг/кг	110,0	230,0
Массовая доля калия, мг/кг	7800,0	12 000,0
Массовая доля кальция, мг/кг	770,0	1700,0
Массовая доля кобальта, мг/кг	менее 0,1	менее 0,1
Массовая доля магния, мг/кг	800,0	1300,0
Массовая доля марганца, мг/кг	23,0	56,0
Массовая доля меди, мг/кг	4,7	9,7
Массовая доля натрия, мг/кг	150,0	200,0
Массовая доля фосфора, мг/кг	4700,0	4900,0
Массовая доля цинка, мг/кг	30,0	69,0

На основании анализа данных, представленных в табл. 5, установлено, что полученные экспериментальные образцы продукта кормового гранулированного являются перспективным сырьем для включения в рацион сельскохозяйственных животных за счет высокого содержания протеина (не менее 20,83 %), клетчатки (не менее 14,60 %), а также макро- и микроэлементов.

Закключение. Отходы солодовенного производства являются перспективным сырьем для включения в продукты кормового назначения за счет высокого содержания протеина, составляющего для ростков солодовых 31,7 %, для остальных видов исследуемых отходов — около 10,0 %. отходы солодовенного производства содержат в своем составе макро- и микроэлементы в большом количестве, так содержание калия составляет от 8,5 до 23,0 г/кг, содержание магния от 1,0 до 1,6 г/кг, содержание кальция от 0,74 до 1,8 г/кг, содержание фосфора от 2,3 до 7,5 г/кг.

С учетом результатов исследования показателей качества отходов солодовенного производства разработан рецепт продукта кормового гранулированного № 1, представляющий собой смесь ростков солодовых в количестве 28,5 %, отходов от полировки солода — 28,5 %, смеси зерновой солодовенного производства — 14 %, смеси пыли зерновой с отходами при хранении и подработке зерна ячменя — 29 % и содержащий в своем составе 18,3 % сырого протеина, 10,6 МДж/кг обменной энергии, 2,1 % сырого жира, 11,8 % сырой клетчатки, а также комплекс макро- и микроэлементов.

Разработан рецепт продукта кормового гранулированного № 2 в соответствии со структурой образования отходов солодовенного производства, представляющий собой смесь ростков солодовых в количестве 48,0 %, отходов от полировки солода — 24,0 %, смеси зерновой солодовенного производства — 9,0 %, смеси пыли зерновой с отходами при хранении и подработке зерна ячменя — 19,0 % и содержащий в своем составе 20,5 % сырого протеина, 10,7 МДж/кг обменной энергии, 2,0 % сырого жира, 12,7 % сырой клетчатки, 0,13 % кальция, 0,55 % фосфора, 1,64 % калия, 0,14 % магния, а также микроэлементы.

#### Список использованных источников

1. *Ветрова, О. Н.* Разработка технологии глубокой комплексной переработки побочных продуктов солодоращения и оценка потребительских свойств полученных продуктов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.18.15 / Ветрова Ольга Николаевна; [Место защиты: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева]. — Орел, 2021. — 19 с.
2. *Орлов, А. И.* Применение отходов пивоварения в ресурсосберегающих технологиях / А. И. Орлов, И. Ю. Резниченко // Ползуновский Вестник. — 2021. — № 2. — С. 146-152.
3. *Бурак, Л. Ч.* Использование отходов пивоваренной отрасли. Обзор / Л. Ч. Бурак // The Scientific Heritage. — 2022. — № 86-1 (86). — С. 9-20.
4. *Adrjanowicz E., Janczar M., Pietkiewicz J.* Kierunki zagospodarowania odpadów przemysłu piwowarskiego [Отходы пивоваренного производства и проблемы их рационального использования. (Польша)] *Przem. ferment.owoc.-warz.*, 1999; Т.43, №11. — S. 13-16.
5. *Adrjanowicz E., Janczar M., Pierkiewicz J.* Charakterystyka i kierunki zagospodarowania odpadów w słodowniach [Характеристика отходов производства солода и направления их использования. (Польша)] *Przem. ferment.owoc.-warz.*, 2000; Т.44, № 10. — S. 20-21.
6. *Балашов, О. Ю.* Особенности получения прессованных кормов из побочных продуктов пивоваренного производства / О. Ю. Балашов, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин // Аграрный вестник Верхневолжья. 2–018. — № 1 (22). — С. 50-54.
7. Способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных : пат. RU 2345553 / В. П. Родина, М. П. Наумова. — Оpubл. 10.02.2009.
8. Композиционный корм для сельскохозяйственных животных и способ его приготовления : пат. RU 2086144 / А. А. Чекрыгин, О. Я. Евтушенко, А. П. Ниниченко. — Оpubл. 10.08.1997.
9. Способ получения гранулированного кормового продукта : пат. SU 1678288 / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. — Оpubл. 23.09.1991.
10. Кормовая мука из солодовых ростков для сельскохозяйственных и непродуктивных животных и способ ее получения : пат. RU 2432778 / И. О. Ломовский, В. И. Орлов, С. Г. Колдыбаев. — Оpubл. 10.11.2011.
11. Белсолод открытое акционерное общество [Электронный ресурс]. — Режим доступа: belsolod.by. — Дата доступа: 01.02.2024.
12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-2019. — Введ. 01.08.2020. — Минск : Госстандарт, 2020. — 23 с.
13. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения золы : ГОСТ 13979.6-69. — Введ. 17.12.1992. — Минск : Госстандарт, 2014. — 6 с.
14. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира : ГОСТ 13496.15-2016. — Введ. 12.06.2017. — Минск : Госстандарт, 2017. — 14 с.
15. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги : ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83). — Введ. 01.01.1993. — Минск : Госстандарт, 2010. — 7 с.



16. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки : ГОСТ 13496.2-91. — Введ. 01.07.1992. — Минск : Госстандарт, 2010. — 9 с.
17. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала : ГОСТ 10845-98. — Введ. 01.03.2000. — Минск : Госстандарт, 1999. — 7 с.
18. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой : МУК 4.1.1482-2003. — Введ. 30.06.2003. — Москва : Минздрав России, 2003. — 28 с.

#### Информация об авторах

*Соловьев Виталий Владимирович*, и.о. начальника отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Козинец Александр Иосифович*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий опытно-экспериментальной научно-производственной лабораторией кормовых добавок и биопродуктов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Фрунзе, 11, 222160, г. Жодино, Минская обл., Республика Беларусь).

E-mail: largo80@yandex.ru

*Шустикова Юлия Сергеевна*, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

#### Information about authors

*Solovyov Vitaliy Vladimirovich*, Acting Head of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Kozinets Alexander Iosifovich*, PhD (Agricultural), Associate Professor, Head of the Experimental Research and Production Laboratory of Feed Additives and Bioproducts, Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus” (11, Frunze str., 222160, Zhodino, Minsk region, Republic of Belarus).

E-mail: largo80@yandex.ru

*Shustikova Yulia Sergeevna*, PhD (Engineering), junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

УДК 674:630.886 +663.241/256

Поступила в редакцию 14.02.2024  
Received 14.02.2024

О. Л. Зубковская<sup>1</sup>, А. А. Шепшелев<sup>2</sup>, Н. Р. Рабчонок<sup>1</sup>,  
А. Н. Матиевская<sup>1</sup>, Е. П. Балбуцкая<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь

## ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ВИНОДЕЛИЯ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

**Аннотация.** Основой развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь являются рациональное использование природных ресурсов и мероприятия по их возобновлению. Природные ресурсы (сельскохозяйственное сырье) в последующем подвергаются переработке с целью производства продукции, в том числе пищевой. Современными тенденциями мирового развития агропромышленного сектора являются сокращение отходов на всех стадиях производства продукции, ресурсосбережение, предусматривающее максимальное использование свойств используемых ресурсов, энергосбережение, производство продукции с максимально низким риском для здоровья населения. *Цель исследования* — разработать рецептурные составы слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия в качестве вторичного сырья. Установлены перспективные виды отходов виноделия, обладающие технологическим потенциалом с целью использования в качестве вторичного сырья при изготовлении слабоалкогольных напитков. Разработаны технологические схемы изготовления фруктовых диффузионных соков. Разработаны 13 рецептурных составов слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия. Рецептурные составы всех слабоалкогольных напитков предусматривают применение двух и более видов отходов виноделия в качестве вторичного сырья без применения питьевой воды.

**Ключевые слова:** слабоалкогольные напитки, отходы виноделия, вторичное сырье, фруктовый диффузионный сок, барда, фруктовый дистиллят, показатели качества

O. L. Zubkouskaya<sup>1</sup>, A. A. Shepsheliev<sup>2</sup>, N. R. Rabchonak<sup>1</sup>,  
H. N. Matsiyenskaya<sup>1</sup>, K. P. Balbutskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus

## STATE SCIENTIFIC INSTITUTION “INSTITUTE OF MICROBIOLOGY OF THE DEVELOPMENT OF PRESCRIPTION FORMULATIONS OF LOW- ALCOHOL BEVERAGES WITH THE USE OF WINE-MAKING WASTE AS SECONDARY RAW MATERIALS

**Abstract.** The basis for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus is the rational use of natural resources and measures for their renewal. Natural resources (agricultural raw materials) are subsequently processed to produce products, including food. Modern trends in the world development of the agro-industrial sector are the reduction of waste at all stages of production, resource conservation, which provides for the maximum use of the properties of the resources used, energy conservation, and the production of products with the lowest possible risk to public health. The purpose of the work is to develop prescription compositions of low-alcohol

drinks using winemaking waste as a secondary raw material. Promising types of winemaking waste have been identified that have a technological potential for use as secondary raw materials in the manufacture of low-alcohol drinks. A technological scheme for the production of fruit diffusion juices has been developed. 14 prescription compositions of low-alcohol drinks with the use of winemaking waste have been developed. The prescription composition of all low-alcohol drinks provides for the use of two or more types of winemaking waste as secondary raw materials and does not provide for the use of drinking water.

**Key words:** low-alcohol drinks, winemaking waste, secondary raw materials, fruit juice, stillage, fruit distillate, quality indicators

**Введение.** Эффективная работа любого предприятия зачастую зависит от объемов производства продукции, которые влияют на снижение удельных затрат. Однако при увеличении объемов производства образуется больше вторичных продуктов (отходов), которые, как правило, негативно сказываются на окружающей среде. Таким образом, так как современный этап развития промышленности характеризуется запуском высокопроизводительных производств, защита окружающей среды является одной из ключевых задач. Без решения этой проблемы невозможен дальнейший рост мощностей и сохранение конкурентных преимуществ на рынке всех без исключения отраслей индустрии, в том числе и пищевой промышленности. Внедрение безотходной переработки вторичных продуктов производства обеспечивает построение производственных процессов на принципах замкнутого цикла, являющихся одним из самых важных направлений интенсификации экономики и защиты окружающей среды [1–4].

Безотходная переработка и использование вторичных продуктов виноделия представляет в настоящее время большой практический интерес в связи с возможностью получения из них новых полезных продуктов, а также как способ уменьшения загрязнения окружающей среды.

Проблему переработки отходов винодельческого производства частично решает разработанная учеными РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и находящаяся в стадии внедрения комплексная технология производства отечественных фруктовых дистиллятов, фруктовых водок, кальвадоса и бренди, базирующаяся на переработке яблочных выжимок. Внедрение данной технологии позволяет сократить производственные потери фруктового сырья и обеспечивает их использование в рентабельных производствах крепкой винодельческой продукции.

Однако способы переработки барды, хвостовой фракции, позволяющие использовать данные отходы для производства винодельческой продукции, к настоящему времени не разработаны. Отсутствуют также технологии, позволяющие использовать фруктовые выжимки, в т.ч. из ягодного сырья, для изготовления вин плодовых, фруктовых натуральных и напитков слабоалкогольных на основе фруктового сырья.

Цель научных исследований — разработать рецептурные составы слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия в качестве вторичного сырья с органолептическими характеристиками, соответствующими требованиям стандартов (СТБ 1122-2010 «Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия»).

Объектами исследований являлись смеси компонентов для изготовления слабоалкогольной продукции, изготовленные в лабораторных условиях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

**Материалы и методы исследований.** В работе использованы органолептические, физико-химические, инструментальные методы исследования. Органолептический анализ отходов виноделия, продуктов их переработки и слабоалкогольных напитков, изготовленных с применением отходов виноделия в качестве вторичного сырья, осуществляли путем оценки прозрачности, цвета, аромата и вкуса, физико-химические показатели и показатели безопасности по [5–14].

**Результаты исследований и их обсуждение.** При разработке технологических аспектов производства слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия в качестве вторичного сырья исследовали способы подготовки отходов виноделия к применению при изготовлении пищевой продукции, влияние вида отходов и их дозировок на органолептические характеристики модельных образцов слабоалкогольных напитков с целью максимального применения вторичного сырья.

Для этого были разработаны рецептурные составы напитков с использованием следующих отходов виноделия:

- ♦ диффузионных соков из малиновой, черноплоднорябиновой, черносмородиновой и красносмородиновой выжимки, изготовленных с применением как питьевой воды, так и барды;
- ♦ барды;

- ♦ продукта переработки барды с применением электродиализа;
- ♦ фруктового дистиллята, изготовленного с применением отходов виноделия.

Фруктовые диффузионные соки для изготовления слабоалкогольной продукции готовили в соответствии с технологической схемой, включающей замораживание фруктовой выжимки при температуре минус 18 °С, экстрагирование фруктовой выжимки с применением в качестве экстрагента питьевой воды и смеси питьевой воды и барды. Оптимальные технологические режимы изготовления диффузионных соков, обеспечивающие максимальный выход сухих веществ из фруктовой выжимки, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Оптимальные режимы экстрагирования фруктовой выжимки  
Table 1. Optimal modes for extracting fruit pomace

№ п/п	Гидромодуль	Экстрагент, %		Температура экстрагирования, °С	Продолжительность экстрагирования, мин
		питьевая вода	барда		
<b>Черноплодно-рябиновая выжимка</b>					
1	1 : 1	100	-	70	60
2	1 : 1	90	10	60	45
<b>Малиновая выжимка</b>					
3	1 : 1	100	-	50	60
4	1 : 1	90	10	50	45
<b>Черносмородиновая выжимка</b>					
1	1 : 1	100	-	50	45
2	1 : 1	90	10	50	45
<b>Красносмородиновая выжимка</b>					
3	1 : 1	100	-	50	45
4	1 : 1	90	10	50	45

Органолептические характеристики и физико-химические показатели фруктовых диффузионных соков, изготовленных из отходов виноделия, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Органолептические характеристики и физико-химические показатели фруктовых диффузионных соков, изготовленных из отходов виноделия  
Table 2. Organoleptic characteristics and physico-chemical indicators of fruit diffusion juices made from winemaking waste

Наименование показателя	Характеристика диффузионного сока			
	черносмородиновый	красносмородиновый	малиновый	черноплодно-рябиновый
Прозрачность, цвет	Прозрачный с легкой опалесценцией, темно-красный с фиолетовым оттенком	Прозрачный с легкой опалесценцией, красный с лососевым оттенком	Прозрачный с легкой опалесценцией, светло-красный	Прозрачный с легкой опалесценцией, темно-рубиновый
Запах	Чистый, свежий, ярко выраженный черносмородиновый	Чистый, свежий, выраженный красносмородиновый	Чистый, свежий, выраженный малиновый	Чистый, свежий, ярко выраженный черноплодно-рябиновый
Вкус	Мягкий, чистый с ярко выраженными тонами черной смородины	Чистый, свежий, красно-смородиновый	Мягкий, чистый с тонами малины	Чистый, черноплодно-рябиновый с приятной терпкостью
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, г/л	6,7	5,5	3,4	2,5
Массовая концентрация сахаров расчетная, г/л	34,3	33,5	19,6	28,5

Содержание кислот (от 2,5 до 6,7 г/л) и сахаров (от 19,6 до 34,3 г/л) в сочетании с вкусовыми свойствами фруктового сырья позволяет осуществить 100 % замену питьевой воды диффузионными соками и сократить расход сахара и пищевых кислот при изготовлении слабоалкогольных напитков.

Барда, получаемая при изготовлении фруктовых дистиллятов, мутная и является скоропортящимся продуктом за счет быстрого роста содержания летучих кислот. В целях осветления барды и обеспечения ее сохранности в период подготовки к производству провели обработку с применением препарата с эффективной сорбционной активностью Сенсовин (комплекс казеината калия и адсорбентов на основе кремния) с применением консерванта бензоата натрия E211 из расчета 200 мг/л барды. Подготовленная к применению слабоалкогольных напитков барда отличалась прозрачностью, имела светло-янтарный цвет, чистый, округлый, яблочный аромат. Кислотность барды составила 6,8 г/л. Продукт переработки барды изготовили путем электродиализа, в процессе которого из барды в продукт переработки барды перешло 51,4 % органических кислот, что делает возможным использовать как барду, так и указанный выше продукт при изготовлении слабоалкогольных напитков в части замены питьевой воды и пищевых кислот.

Яблочный дистиллят готовили с применением технологического приема ступенчатого спиртования яблочного сусла в процессе брожения до объемной доли этилового спирта 4 % путем внесения смеси головной и хвостовой фракций производства яблочного дистиллята в соотношении 70 % головной фракции и 30 % хвостовой фракции. Органолептические показатели яблочного дистиллята, изготовленного с применением отходов виноделия, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Органолептические показатели яблочного дистиллята, изготовленного с применением отходов виноделия

Table 4. Organoleptic characteristics of apple distillate made using winemaking waste

Наименование показателя	Характеристика
Прозрачность	Прозрачный без осадка и посторонних включений
Цвет	Бесцветный
Аромат	Сложный, мягкий, гармоничный, округлый с яблочными тонами
Вкус	Чистый, жгучий, яблочный

Яблочный дистиллят, изготовленный с применением отходов виноделия, позволяет осуществить 100 % замену спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья при изготовлении слабоалкогольных напитков.

При разработке рецептурных составов слабоалкогольных напитков руководствовались следующими целями:

- ♦ применение двух и более видов отходов виноделия;
- ♦ применение фруктовых диффузионных соков в качестве основы для слабоалкогольного напитка;
- ♦ приготовление купажей без применения питьевой воды за счет использования диффузионных соков и барды (продукта переработки барды);
- ♦ применение натурального сырья (фруктово-ягодные натуральные виноматериалы, экстракты сухих ягод и др.);
- ♦ применение фруктовых дистиллятов для обеспечения требуемой объемной доли этилового спирта;
- ♦ применение сахара и лимонной кислоты для создания вкусовых свойств напитка.

Рецептуры составлены с учетом вкусов и предпочтений потребителей различных возрастных групп. Напитки с фруктовыми ароматами универсальны, в то время как напиткам с легкой горчинкой или алкогольной нотой отдает предпочтение молодежь. В целях достижения органолептических характеристик потребительского спроса в рецептурах предусмотрено применение натуральных ароматизаторов и фруктовых экстрактов.

Для приготовления купажей использовали различные комбинации отходов виноделия (26 комбинаций), соответствующие приведенным выше целям. Исходя из органолептической оценки купажей (вкусовое и ароматическое восприятие не оставляло навязчивых, неприятных и остаточных вкусовых ощущений), определены 13 комбинаций компонентов, которые легли в основу рецептурных составов слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия в качестве вторичного сырья. Базовые рецептурные составы слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия, приведены в табл. 5.

Таблица 5. Базовые рецептурные составы слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия  
Table 5. Basic recipe compositions of low-alcohol drinks using wine waste

Наименование сырья	Номер модельного образца						
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Дистиллят яблочный	+	+	+	+	+	+	+
Яблочный натуральный виноматериал	-	-	-	-	+	+	+
Малиновый диффузионный сок	-	+	+	+	-	+	+
Черноплоднорябиновый диффузионный сок	+	-	+	-	+	+	-
Барда	-	-	-	-	-	-	-
Продукт переработки барды с применением электродиализа	-	-	-	+	+	-	-

Продолжение табл. 5

Наименование сырья	Номер модельного образца					
	№8	№9	№10	№11	№12	№13
Дистиллят яблочный	+	+	+	+	+	+
Черносмородиновый натуральный виноматериал	-	-	-	+	+	+
Красносмородиновый натуральный виноматериал	+	+	+	-	-	-
Черносмородиновый диффузионный сок	+	-	+	-	+	+
Красносмородиновый диффузионный сок	+	+	-	+	+	-
Барда	-	+	-	-	-	-
Продукт переработки барды с применением электродиализа	-	-	+	+	-	-

Модельные образцы слабоалкогольных напитков по физико-химическим показателям соответствуют требованиям СТБ 1122-2010 «Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия»: массовая концентрация титруемых кислот — 5,1 — 5,8 г/л, сахаров — 60 г/л, объемная доля этилового спирта — 6,9 %, массовая доля сухих веществ — 9,9 — 10,1 %.

Органолептические характеристики слабоалкогольных напитков, изготовленных с применением отходов виноделия, представлены в табл. 6.

Таблица 6. Органолептические характеристики слабоалкогольных напитков, изготовленных с применением отходов виноделия  
Table 6. Organoleptic characteristics of low-alcohol drinks made using wine waste

Наименование	Органолептические характеристики			
	прозрачность	цвет	вкус и аромат	средний балл
Образец №1	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Темно-рубиновый с фиолетовым оттенком	Гармоничный, слаженный, чистый, мягкий с ярко выраженными ягодно-яблочными тонами и приятным послевкусием	8,8
Образец №2	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Лососевый с розовым оттенком	Гармоничный, чистый, освежающий с выраженными тонами малины и мятными оттенками	8,6
Образец №3	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Рубиновый	Гармоничный, слаженный, свежий, мягкий с ярко выраженными малиновыми тонами и приятным послевкусием	8,8

Окончание табл. 6

Наименование	Органолептические характеристики			
	прозрачность	цвет	вкус и аромат	средний балл
Образец №4	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Лососевый	Гармоничный, яркий, ароматный с выраженными фруктовыми тонами и приятным послевкусием	8,6
Образец №5	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Светло-рубиновый	Гармоничный, слаженный, питкий, освежающий с выраженными яблочными тонами и фруктовыми оттенками	8,8
Образец №6	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Рубиновый	Гармоничный, слаженный, насыщенный, с хорошо выраженными малиновыми тонами и оттенками ягод, приятным послевкусием и равновесной кислотностью	8,8
Образец №7	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Лососевый с янтарным оттенком	Гармоничный, яркий, ароматный с выраженными тонами малины и яблочными оттенками, мягким послевкусием	8,6
Образец №8	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Темно-рубиновый с фиолетовым оттенком	Гармоничный, слаженный, чистый, мягкий с ярко выраженными ягодно-яблочными тонами и приятным послевкусием	8,9
Образец №9	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Лососевый с розовым оттенком	Гармоничный, чистый, освежающий, с выраженными ягодными тонами и оттенками клубники	8,6
Образец №10	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Рубиновый	Гармоничный, слаженный, свежий, мягкий с ярко выраженными тонами черной смородины и приятным послевкусием	8,6
Образец №11	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Рубиновый	Мягкий, гармоничный, слаженный, насыщенный, черносмородиновый с легкими ежевичными оттенками	8,9
Образец №12	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Темно-рубиновый с фиолетовым оттенком	Гармоничный, яркий, насыщенный, ароматный с выраженными фруктовыми тонами и приятным послевкусием	8,8
Образец №13	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Темно-рубиновый с фиолетовым оттенком	Гармоничный, слаженный, питкий, освежающий с выраженными черносмородиновыми тонами	8,9

На основании дегустационной оценки слабоалкогольных напитков установлены следующие органолептические характеристики:

- ♦ все модельные образцы прозрачные, без посторонних включений;
- ♦ цвет всех модельных образцов напитков соответствует цвету используемого сырья. Применение диффузионных соков в зависимости от вида сырья обеспечило нарядный, насыщенный цвет от светло- до темно-рубинового либо лососевый цвет с розово-янтарными оттенками различной интенсивности;

- ♦ вкус: все образцы охарактеризованы как равновесные (сбалансированные) с приятной сладостью, уравновешенной кислотностью, имеют освежающий, бодрящий вкус;
- ♦ аромат: свежий, тонкий, гармоничный, сглаженный с фруктовыми тонами различной интенсивности, соответствующими сырью;
- ♦ все образцы слабоалкогольных напитков высоко оценены специалистами (от 8,4 до 8,9 при минимальной балльной оценке 8,2).

**Заключение.** На основании анализа показателей качества слабоалкогольных напитков, изготовленных в результате проведения научных исследований, установлены перспективные виды отходов виноделия, обладающие технологическим потенциалом с целью использования в качестве вторичного сырья при изготовлении слабоалкогольных напитков: диффузионные соки, барда, продукт переработки барды с применением электродиализа, яблочный дистиллят, изготовленный с применением отходов виноделия.

Применение двух или трех видов отходов виноделия при изготовлении слабоалкогольной продукции обеспечивает соответствие требованиям СТБ 1122-2010 «Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия». Напитки, изготовленные с применением отходов виноделия, сочетают вкусо-ароматическую составляющую и функциональные ингредиенты.

Применение в зависимости от количества, установленного в рецептуре, диффузионных соков обеспечивает экономию сахара и кислоты, фруктовых дистиллятов, изготовленных с применением отходов виноделия, — спирта этилового ректифицированного, барды и продукта переработки барды — кислоты.

Применение диффузионных соков обеспечивает пищевую и биологическую ценность продукта за счет содержания витаминов, микроэлементов, аминокислот, пищевых волокон, пектина и других веществ, полезных для человеческого организма и исключает применение синтетических пищевых красителей. Заменяя красители, производители могут повысить конкурентоспособность своей продукции, т. к. потребитель будет приобретать только ту продукцию, которая не вредит его здоровью.

Базовые рецептурные составы слабоалкогольных напитков с применением отходов виноделия разработаны для специалистов предприятий алкогольной отрасли в целях оказания помощи при выборе оптимальных режимов применения отходов виноделия в качестве вторичного сырья в процессе производства слабоалкогольных напитков.

*Благодарности.* Исследования проводились в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025.

#### Список использованных источников

1. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь», утв. Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 сентября 2019 г. № 3-т.
2. Химический состав и биологически активные вещества красных листьев винограда / Л.А. Оганесянц [и др.] // Технологии и инновации. — 2012. — № 10. — С. 63–65.
3. Экстракты красных листьев винограда — природный источник биологически активных соединений / Л.А. Оганесянц [и др.] // Пищевая промышленность. — 2013. — № 3. — С. 40–42.
4. Разуваев, Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия / Н.И. Разуваев. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 168 с.
5. ГОСТ 13192-73 Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров.
6. СТБ 1931-2009 Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот.
7. ГОСТ 33409-2015 Продукция алкогольная и соковая. Определение содержания углеводов и глицерина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
8. ГОСТ 33410-2015 Продукция безалкогольная, слабоалкогольная, винодельческая и соковая. Определение содержания органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
9. СТБ 1929-2009 (ГОСТ Р 51653-2000) Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения объемной доли этилового спирта.
10. СТБ ГОСТ Р 51698-2001 Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический метод определения содержания токсичных микропримесей.
11. СТБ 1930-2009 (ГОСТ Р 51654-2000) Винодельческая продукция и винодельческое сырье.



12. ИК 190239501.3.497-2021 Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства винодельческой продукции.
13. ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.
14. ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности.

#### Информация об авторах

*Зубковская Оксана Леонидовна*, старший научный сотрудник группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

*Шепшелев Александр Анатольевич*, кандидат технических наук, доцент, директор ГНУ Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, (ул. акад. В.Ф. Купревича, 2, 220084, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ashepshelev@tut.by

*Рабчонок Наталья Ростиславовна*, главный специалист группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

*Матиевская Анна Николаевна*, инженер-технолог 1 категории группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

*Балбуцкая Екатерина Петровна*, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: info@belproduct.com

#### Information about authors

*Zubkovskaya Oksana Leonidovna*, Senior researcher of the group for the wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

*Shepshelev Alexander Anatolevich*, PhD (Engineering), Associate Professor, director SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus” (2, acad. V.F. Kuprevich str., 220084, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ashepshelev@tut.by

*Rabchonok Natalya Rostislavovna*, chief specialist of the group for the wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

*Matievskaya Anna Nikolaevna*, process engineer of the group for the wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

*Balbukaya Ekaterina Petrovna*, PhD (Technical), researcher of the laboratory of microbiological research of the Republican control and testing complex for the quality and safety of food of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com

УДК 664.22:665.1

Поступила в редакцию 14.02.24  
Received 14.02.24

Н. Н. Петюшев, Л. В. Евтушевская, Ю. С. Усеня, М. Ю. Уложинова,  
Д. И. Гоман, Ю. А. Шимановская

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОБЕЛКОВЫХ БЕЗГЛУТЕНОВЫХ СНЕКОВ СО СНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА**

**Аннотация.** Ограниченный ассортимент продукции для питания людей, больных фенилкетонурией и целиакией, позволяет расширять рынок новыми продуктами. Одним из направлений создания новых специализированных продуктов было создание продуктов для быстрого перекуса, снеков, которые пользуются большой популярностью и неизменным спросом у молодежи. Однако кроме проблемы создания продукта, удовлетворяющего требованиям к низкобелковым безглютеновым продуктам, существует проблема высокого содержания жира в снеках. При традиционной технологии производства снеков содержание жира составляет до 45-50%. Применение комплекса мер позволило снизить содержание жира в снеках до 25%.

**Ключевые слова:** снеки, пеллеты, низкобелковые продукты, фенилкетонурия, безглютеновые продукты, целиакия, переработка картофеля, обжаренные продукты, фритюр, снижение жира.

N. N. Petyushev, L. V. Evtushevskaya, Yu. S. Usenya, M. Yu. Ulozhinova,  
D. I. Goman, Yu. A. Shimanovskaya

*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

### **FEATURES OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF LOW-PROTEIN GLUTEN-FREE SNACKS WITH REDUCED FAT CONTENT**

**Abstract.** The limited range of products for nutrition of people with phenylketonuria and celiac disease allows us to expand the market with new products. One of the directions for creating new specialized products was the creation of products for quick snacks, which are very popular and in constant demand among young people. However, in addition to the problem of creating a product that meets the requirements for low protein gluten-free products, there is the problem of high fat content in snacks. With traditional snack production technology, the fat content is up to 45-50%. The use of a set of measures made it possible to reduce the fat content in snacks to 25%.

**Key words:** snacks, pellets, low protein products, phenylketonuria, gluten-free products, celiac disease, potato processing, fried foods, deep frying, fat reduction.

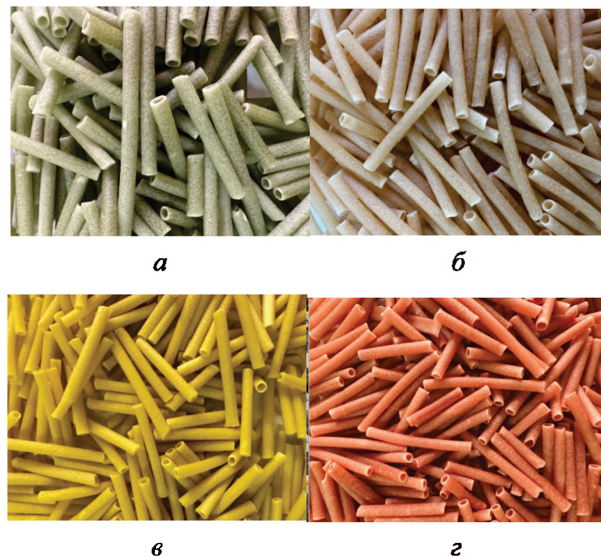
**Введение.** Перед пищевой промышленностью стоит задача обеспечения населения качественными продуктами питания. Особое внимание необходимо уделять производству низкобелковых продуктов питания, употребление которых является единственным способом поддержания нормальной жизнедеятельности.

На рынке широко представлена такая продукция, как чипсы, которые пользуются большой популярностью и неизменным спросом. Доля продуктов быстрого приготовления и снеков увеличивается. Основными критериями, предъявляемыми к снекам потребителями, являются удобство их употребления, привлекательный внешний вид и структура, легкость регулирования размера порции. Возможность регулирования рецептурного состава снеков позволяет создать продукт низкобелковый, подходящий для употребления людям, ольным

фенилкетонурией. Однако, как и продукция «фаст-фуд», чипсы и снеки в большинстве случаев вырабатываются во фритюре. Употребление большого количества жира способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний, избыточной массы тела, ожирению и других болезней. [1, 2].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработан полуфабрикат для изготовления снеков (рис. 1):

- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки со шпинатом;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с луком;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с луком и куркумой;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с паприкой.



а — со шпинатом, б — с луком, в — с луком и куркумой, г — с паприкой.

Рис. 1. Внешний вид пеллет

Fig. 1. Appearance of pellets

Дальнейшее обжаривание позволяет получить готовый к употреблению продукт — снеки. Обжарка по традиционной технологии приводит к получению продукта с массовой долей жира 40-50 %. Данный показатель является достаточно высоким, что негативно будет сказано на здоровье.

Согласно современной теории обжарки масло впитывается в продукт на следующих этапах:

1. При замещении воды, когда влага из продукта превращается в пар и замещается жиром через поры и щели.

2. На фазе охлаждения, когда продукт извлечен из ванны, происходит конденсация водяного пара, снижение внутреннего давления, жир с поверхности продукта всасывается из-за вакуумного эффекта.

3. За счет поверхностно-активных веществ (ПАВ). Испарение влаги и высокие температуры приводят к расщеплению связей между глицерином и жирными кислотами и к формированию ПАВ которые увеличивают пенообразование жира, происходит увеличение контакта между жиром и продуктом и увеличивается поглощение жира. Нужно выбирать жир, который пенится меньше.

Способы уменьшения поглощения фритюрного масла продуктом разрабатываются в мировой практике более 40 лет и направлены либо на изменение условий процесса обжаривания и, в конечном итоге, на совершенствование обжарочного оборудования, либо на создание барьеров на пути проникновения жира, путем предварительной обработки продуктов перед обжаркой.

Проведен анализ изменения различных условий обжаривания:

1. СВЧ досушка. Сначала выполняется обычная обжарка в масле при температуре 160-180°C до влажности 10-12%, затем конечная досушка (обжаривание) в микроволновой печи

до влажности 2-3 % в течении 1 мин в атмосфере инертного газа, чтобы избежать окисления масла. В этом случае снижается поглощение масла продуктом на 5 %.

Данный способ актуален в том случае, когда небольшое количество пеллет, равномерно уложены, иначе происходит неравномерная досушка, при которой часть продукта подгорает. В производственных масштабах данный способ неактуален.

2. Запатентованная технология фирмы Фрито-лей (чипсы Лейс).

Обжарка начинается при температуре 160 °С, затем в течение 3-5 мин. температуру понижают до 100-130 °С, потом температуру 130 °С в зоне нахождения лепестков продукта поддерживают 3 минуты, и после повышают до 160-170 °С и дожаривают до готовности. Содержание масла в продукте при такой технологии составляет 20-23 %.

При данных параметрах в пеллетах на основе крахмала при конечном дожаривании продукт начинал гореть. Данная технология не является актуальной для картофелепродуктов на основе крахмала.

3. Применяется также досушка горячим воздухом, который одновременно удаляет избыточное масло. На рис. 2 представлен автономный электрический генератор перегретого пара, на котором выполнялась досушка горячим воздухом.



Рис. 2. Автономный электрический генератор перегретого пара  
Fig. 2. Autonomous electric superheated steam generator

При данном методе горячий воздух усиливает окисление масла и сокращает срок годности продукта. Кроме того, при данном методе пеллеты подгорают. Избыточное масло удаляется незначительно: в среднем, на 3-4 %.

Ни один известный метод не позволяет значительно снизить количество жира. В связи с этим принято решение о введении комплекса мер, позволяющих внести изменения на различных этапах производства снеков-пеллет.

В связи с тем, что при замещении воды, когда влага из продукта превращается в пар и замещается жиром через поры и щели, необходимо уменьшать влажность до минимальных значений, при которых не нарушается технологический процесс. При традиционной технологии влажность пеллет составляет 12 %. Проведены исследования постепенного уменьшения влажности пеллет на структурные свойства. Для этого было увеличено время сушки. Минимальное значение влажности, при котором пеллеты пригодны для дальнейшего производства составило 8 %.

Для уменьшения времени нахождения пеллет в масле при обжарке возможно уменьшение толщины пеллет. Для данной теории были использованы различные формы изделий. Наименьшей толщиной обладали матрицы для изготовления снеков в форме трубочек. Толщина отверстий матрицы составляет 0,5-0,7 мм.

Проведены исследования по уменьшению температуры обжарки снеков-пеллет, что позволит снизить скорость проникновения жира внутрь продукта. Проведены испытания при следующих температурах обжарки: 140°C, 150°C, 160°C, 170°C, 180°C. При температуре 150°C продукт взрывается неравномерно, присутствуют невзорванные пеллеты. При 160°C - весь продукт обжаривается равномерно, увеличение температуры не требуется.

Следующий этап исследований - уменьшение времени обжарки. Время обжарки пеллет 9 секунд при традиционной технологии излишнее, благодаря применению вышеуказанных мер. Проведены замеры времени, при котором пеллеты начинают процесс взрыва. Минимальное время начала процесса — 4 секунды. Однако для гарантированного результата принято решение об обжарке в течение 5 секунд.

Для удаления излишков жира принято решение о дополнительной обработке горячим воздухом.

Заключение. В результате исследований приняты следующие изменения в технологии производства низкобелковых безглютеновых продуктов, которые позволят снизить количество жира в готовом продукте до 25%:

- ♦ дополнительное время сушки для уменьшения влажности пеллет до 8 %;
- ♦ уменьшение толщины пеллет;
- ♦ обжарка при температуре 160°C;
- ♦ уменьшение времени обжарки с 9 сек до 5 сек;
- ♦ обработка горячим воздухом.

#### Список использованных источников

1. *Борисова, С. В.* Использование комплексных пищевых смесей в производстве снеков / С. В. Борисова, М. М. Гизатуллина, З. Ш. Мингалеева // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — №13. — С. 162-164.
2. *Aksenova O.I., Alekseev G.V., Krivopustov V.V., Yakovlev P.C., Lobacheva N.N., Derkanosova A.A.* From traditional recipes to biologically complete food products: review on snacks extrusion. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017, no. 13, pp. 349-353.
3. *Уложинова, М. Ю.* Разработка новых видов низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов со сниженным содержанием жира / М. Ю. Уложинова // Молодежь в науке — 2023 : тезисы докладов XX Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 20–22 сентября 2023 г.) : аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. — Минск : Беларуская навука, 2023. — С. 83-85.
4. *Воронович, С.А.* Проблемные вопросы заболеваемости фенилкетонурией / Воронович С. А., Ященко Д. С., Борсук С. В. // Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет». — 2019. — С. 21–23.
5. *Петюшев, Н.Н.* Компонентный состав низкобелковых продуктов питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усея // Наука, питание и здоровье : материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). — Минск : Беларуская навука, 2019. — С. 179–184.
6. *Моргунова, Е.М.* Потребительские предпочтения в отношении специализированных продуктов питания / Е.М. Моргунова, Ю.А. Шимановская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — №3 (57). — С. 40-46.
7. *Шоломицкая, И.А.* Глютеновая энтеропатия : учеб.-метод. пособие / И. А. Шоломицкая, Н. В. Капрапов. — Минск : БГМУ, 2010. — 18 с.
8. *Rostom A., Murray J.A., Kagnoff M.F.* American Gastroenterological Association (AGA) Institute technical review on the diagnosis and management of celiac disease. *Gastroenterology*. 2006; 131: 1981-2002.
9. *Dawood F.H., Jabbar A.A., Al-Mudaris A.F., Al-Hasani M.H.* Association of HLA antigens with coeliac disease among Iraqi children. *Tissue Antigens*. 1981; 18:35-39.
10. *Erkan T., Kutlu T., Yilmaz E. et al.* Human leukocyte antigens in Turkish pediatric celiac patients. *Turk. J. Pediatr.* 1999; 41: 181-188.
11. *Jabbar A.A.* HLA and disease associations in Iraq. *Dis. Markers*. 1993; 11:161-170.
12. *Gujral N., Freeman H.J., Thomson A.B.R.* Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. *World J.Gastroenterol.* 2012; 18 (42): 6036-6059.
13. *Sapone A., Bai J.C., Ciacci C. et al.* Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*. 2012; 10: 13.
14. *Ловкис, З. В.* Технология и аппараты низкобелковых продуктов питания = Technology and devices for low-protein food / З. В. Ловкис, А. И. Григель // Наука, питание и здоровье : [материалы III Междуна-

родного конгресса, Минск, 24-25 июня 2021 г.] : сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 1. - Минск : Беларуская навука, 2021. - С. 153-160.

15. Аксенова, О.И. Исследование процесса получения экструдированных снеков на основе картофеля / О.И. Аксенова, Г.В. Алексеев, И.С. Сырокоренский // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2019. — №4. — С. 8-14.

#### Информация об авторах

*Петюшев Николай Николаевич*, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: petushev@belproduct.com

*Евтушевская Людмила Владимировна*, кандидат технических наук, начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: olishenia@mail.ru

*Усеня Юлия Сергеевна*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yulia1484@mail.ru

*Уложникова Марина Юрьевна*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ml0510@mail.ru

*Гоман Дмитрий Иосифович*, научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: goman1191@gmail.com

*Шимановская Юлия Александровна*, младший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

#### Information about authors

*Petyushev Nikolay Nikolaevich*, PhD (Engineering), Leading Researcher of the department of technology for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: petushev@belproduct.com

*Evtushevskaya Lyudmila Vladimirovna*, PhD (Engineering), head of the department of technologies for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: olishenia@mail.ru

*Usenya Yulia Sergeevna*, PhD (Engineering), senior researcher - deputy head of the department of technologies for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yulia1484@mail.ru

*Ulozhinova Marina Yurievna*, PhD (Engineering), senior researcher of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ml0510@mail.ru

*Goman Dmitry Iosifovich*, research associate of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: goman1191@gmail.com

*Shimanovskaya Yulia Aleksandrovna*, junior researcher associate of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

УДК 664.953-02

Поступила в редакцию 22.11.2023  
Received 22.11.2023**Е. С. Красовская, И. М. Почицкая, К. С. Рябова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ  
РЫБНЫХ ПАШТЕТОВ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОГО  
МЕТОДА**

**Аннотация.** В статье представлены данные оценки качества рыбных паштетов, представленных в торговой сети г. Минска. Результаты потребительской дегустации позволили выделить следующие наиболее предпочтительные характеристики продукта: однородная, мажущаяся консистенция, отсутствие излишней жидкости, вкус — гармоничный, приятный, натуральный, нежный, слабо выраженный вкус рыбы с ненавязчивым ароматом пряностей. Установлена наиболее тесная и прямая корреляционная зависимость между критериями «Общее впечатление», «Вкус», «Консистенция» (коэффициент корреляции  $r=0,98$  и  $0,97$ ).

Результаты экспертной дегустации показали, что, несмотря на достаточно высокие значения показателя «Интенсивность рыбного аромата» (от 6,6 до 7,4 баллов, при оптимальном уровне 5,0 баллов), отрицательное восприятие исследованных образцов рыбных паштетов отсутствует, поскольку величина показателя «Гармоничность вкуса» варьирует в диапазоне от 6,0 до 8,3 балла, а показателя «Общее впечатление» — от 6,9 до 8,0 баллов.

**Ключевые слова:** потребительские предпочтения, рыбные паштеты, дескрипторно-профильный метод анализа, потребительская дегустация, экспертная дегустация.

**E. S. Krasovskaya, I. M. Pochitskaya, K. S. Ryabova***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***RESEARCH OF CONSUMER PROPERTIES OF FISH PATES USING  
THE DESCRIPTIVE-PROFILE METHOD**

**Abstract.** The article presents data on assessing the quality of fish pastes presented in the retail chain of Minsk. The results of consumer tasting allowed us to identify the following most preferred characteristics of the product: homogeneous, spreadable consistency, absence of excess liquid, taste — harmonious, pleasant, natural, delicate, weakly expressed taste of fish with an unobtrusive aroma of spices. The closest and most direct correlation was established between the criteria “General impression”, “Taste”, “Consistency” (correlation coefficient  $r = 0.98$  and  $0.97$ ). The results of the expert tasting showed that despite the fairly high values of the indicator “Intensity of fish aroma” (from 6.6 to 7.4 points, with an optimal level of 5.0 points), there is no negative perception of the studied samples of fish pates, since the value of the indicator “Harmony taste” ranges from 6.0 to 8.3 points, and the “General impression” indicator — from 6.9 to 8.0 points.

**Key words:** consumer preferences, fish pates, descriptor-profile method of analysis, consumer tasting, expert tasting.

**Введение.** Одним из приемов повышения конкурентоспособности разрабатываемой продукции является придание ей свойств, которые служат наиболее предпочтительными и значимыми для потребителя. Для установления таких свойств применяется дескрипторно-профильный

метод, основанный на предварительном выборе наиболее значимых органолептических характеристик пищевых продуктов, их бальной оценке и отображении в виде графических профилограмм [1–3].

Использование дескрипторно-профильного метода наиболее актуально для изучения потребительских предпочтений продуктов из рыбы, которая из-за своего специфического аромата и вкуса не всегда пользуется достаточным спросом [4, 5].

Перспективным направлением повышения спроса на рыбную продукцию является производство пастообразных продуктов (паст и паштетов), структура которых позволяет максимально расширять ассортимент за счет использования большого количества добавок, в том числе функционального назначения [6–10].

Для оценки потребительских свойств и выявления продукта, обладающего оптимальными вкусовыми свойствами, наиболее привлекательными для покупателей и установления характеристик «идеального» продукта, необходимо проведение сравнительной потребительской дегустации присутствующих на рынке рыбных продуктов с измельченной структурой.

Целью исследований являлось исследование потребительских свойств рыбных паштетов, представленных в торговой сети г. Минска с применением дескрипторно-профильного метода анализа.

**Материалы и методы исследований.** Для исследования были использованы рыбные паштеты, представленные в торговой сети г. Минска, производства СП «Санта Бремор» ООО.

Сенсорную оценку паст и паштетов рыбных проводили с использованием описательного метода (метод дескрипторного анализа) по ГОСТ ИСО 6658-2016 [11], ГОСТ ИСО 5496-2014 [12], СТБ ИСО 6564-2007 [13], ГОСТ ИСО 3972-2014 [14], ГОСТ ИСО 4121- 2016 [15], СТБ ИСО 11036- 2007 [16].

Дегустацию и обработку результатов осуществляли в соответствии с ГОСТ ИСО 8587-2015 [17].

**Результаты исследований и их обсуждение.** На первом этапе исследований изучили информацию, вынесенную на этикетку исследуемых образцов рыбных паштетов (табл. 1.)

Маркировка этикеток соответствовала требованиям ТР ТС 022/2011 [18]. Информация представлена на этикетке в полном объеме и доступна для потребителей.

На потребительскую дегустацию было представлено образцы рыбных паштетов в следующей очередности: образец №1 «Паштет рыбный пряный»; образец №2 «Паштет рыбный «Паприкаш»; образец №3 «Паштет рыбный с ароматом дыма»; образец №4 «Паштет рыбный острый». Очередность дегустации установлена по интенсивности вкусовых признаков, начиная с менее выраженных.

В соответствии с ранее разработанным деревом свойств, провели оценку качества закупленных рыбных паштетов.

Основным компонентом в дегустируемых образцах рыбных паштетов является сельдь. В составе образцов № 1, 3 и 4 используется сухое картофельное пюре, которое необходимо для придания мажущейся, не растекающейся консистенции паштетов, а так же для корректировки органолептических характеристик усилитель вкуса и аромата - глутамат натрия. В составе всех образцов присутствуют консерванты: бензоат натрия и сорбат калия для увеличения сроков хранения продукта.

Перед дегустацией потребителями проведена оценка упаковки данных продуктов, было отмечено, что упаковка представленных паштетов имеет современный дизайн, эргономична, удобно открывается с помощью фольгированной крышки, однако этикетка недостаточно привлекательна.

Дегустация проводилась с соблюдением правил дегустационного анализа [10, 15, 17], закрытым способом, все образцы кодировались трехзначным номером и обезличивались. Тестируемый продукт был представлен в одноразовой посуде, в количестве достаточном для тестирования.

Исследования проводила фокус — группа в которую входили специалисты, имеющие опыт в органолептическом анализе аналогичных продуктов в количестве 23 человек. Потребительской фокус-группе предлагали оценить внешний вид, аромат (запах) и вкус, затем указать общее впечатление от употребления паштета.

Характеристики паштетов определяли с применением потребительской оценки сенсорного анализа. В качестве метода потребительской оценки был выбран метод предпочтения, а для оценки интенсивности характерных признаков представленных образцов предложена 5-ти бальная шкала, где 1 балл соответствует оценке «вызывает отторжение», а 5 баллов — очень нравится. В качестве критериев для оценки были предложены следующие: внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус, общее впечатление.



Таблица 1. Характеристика рыбных паштетов, представленных на потребительскую дегустацию

Table 1. Characteristics of fish pates presented for consumer tasting

Номер образца	Наименование продукта, масса нетто, производитель	Состав	Пищевая ценность 100г продукта
1	Паштет рыбный пряный, СП «СантаБремор» ООО, Республика Беларусь, г.Брест, ул. Катин Бор, 106. Масса нетто 250 г. ш.к. 4810168000127	Рыбное сырье 68% (сельдь, соль, регулятор кислотности лимонная кислота), вода, картофельное пюре сухое, томатная паста, морковь, мука соевая, лук жаренный, пряности, эмульгатор E471, декстроза, краситель диоксид титана, усилитель вкуса и аромата глутамат натрия, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия. Изготовлен по ТУ РБ 200216443.016.	белки — 7 г жиры — 17 г углеводы — 11 г витамины: PP—1,68мг, B <sub>2</sub> — 0,12 мг Энергетическая ценность (калорийность) 940 кДж (230 ккал)
2	Паштет рыбный «Паприкаш», СП «СантаБремор» ООО, Республика Беларусь, г.Брест, ул. Катин Бор, 106. Масса нетто 250 г. ш.к. 4810168000677	Рыбное сырье 67% (сельдь, соль, регулятор кислотности лимонная кислота), вода, крупа рисовая, кетчуп (томатная паста, сахар, уксус 9%, загуститель крахмал кукурузный, концентрат натуральных приправ, стабилизаторы: гуаровая, ксантовая камеди), масло подсолнечное, лук жаренный, мука соевая, краситель диоксид титана, паприка красная молотая, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия. Изготовлен по ТУ РБ 200216443.016.	белки — 7,5 г жиры — 12 г углеводы — 10 г витамины: PP—1,72 мг, B <sub>2</sub> — 0,16 мг Энергетическая ценность (калорийность) 750 кДж (180 ккал)
3	Паштет рыбный с ароматом дыма, СП «СантаБремор» ООО, Республика Беларусь, г.Брест, ул. Катин Бор, 106. Масса нетто 250 г. ш.к. 4810168000141	Рыбное сырье 66% (сельдь, соль, регулятор кислотности лимонная кислота), вода, картофельное пюре сухое, томатная паста, мука соевая, пряности, лук жаренный, эмульгатор E471, декстроза, краситель диоксид титана, усилитель вкуса и аромата глутамат натрия, ароматизатор копильный, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия. Изготовлен по ТУ РБ 200216443.016.	белки — 10 г жиры — 14 г углеводы — 6,5 г витамины: PP—1,67 мг, B <sub>2</sub> — 0,15 мг Энергетическая ценность (калорийность) 800 кДж (190 ккал)
4	Паштет рыбный острый, СП «СантаБремор» ООО, Республика Беларусь, г.Брест, ул. Катин Бор, 106. Масса нетто 250 г. ш.к. 4810168000134	Рыбное сырье 68% (сельдь, соль, регулятор кислотности лимонная кислота), вода, картофельное пюре сухое, томатная паста, морковь, мука соевая, пряности, лук жаренный, эмульгатор E471, декстроза, краситель диоксид титана, усилитель вкуса и аромата глутамат натрия, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия. Изготовлен по ТУ РБ 200216443.016.	белки — 10 г жиры — 17 г углеводы — 9 г витамины: PP—1,58 мг, B <sub>2</sub> — 0,11 мг Энергетическая ценность (калорийность) 950 кДж (230 ккал)

Результаты анализа анкетирования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты дегустации фокус-группой рыбных паштетов, представленных на рынке г. Минска  
 Table 2. Results of a focus group tasting of fish pates presented on the market in Minsk

№ образца	Средний балл					
	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Запах	Вкус	Общее впечатление
1	4,2	4,3	3,9	4,2	3,8	3,9
2	3,7	3,4	3,7	4,0	3,5	3,5
3	3,7	4,0	3,6	4,0	3,6	3,7
4	3,9	4,0	3,8	4,0	3,7	3,8

Полученные результаты показывают, что среди паштетов, изготовленных на основе сельди, лидером является образец №1 «Паштет рыбный пряный». Данный образец обладает однородной мажущейся консистенцией, без включений в виде перемолотых костей заметных глазу, с ненавязчивым, сглаженным рыбным запахом, с легкими нотами используемых пряностей. По вкусу данный образец гармоничный, без излишней остроты и солености. По критерию «Общее впечатление» образец №1 получил оценку в 3,9 балла, общий средний балл составил 4,1.

Образец №2 «Паштет рыбный «Паприкаш» получил самые низкие оценки, большинством дегустаторов в качестве отрицательной характеристики было отмечено наличие риса и кетчупа.

Общий средний балл дегустационной оценки для образцов №1-4 рыбных паштетов представлен на рис. 1.

Результаты оценки дегустаторами критерия «Общее впечатление» представлены на рис. 2.

Данные, представленные на рис. 1 и 2, позволяют сделать вывод, что образец №1 «Паштет рыбный пряный» является наиболее предпочтительным в группе рыбных паштетов.

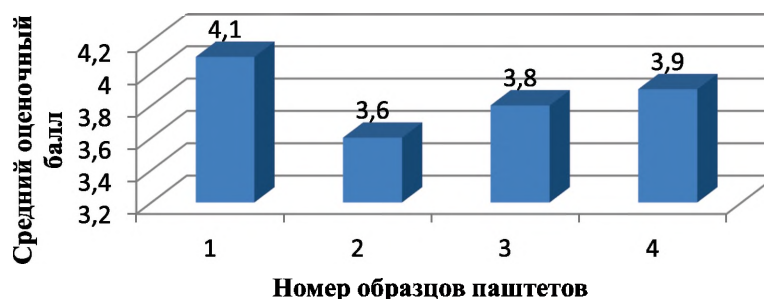


Рис. 1. Общий средний балл по результатам дегустационной потребительской оценки  
 Fig. 1. Overall average score based on the results of the tasting consumer rating

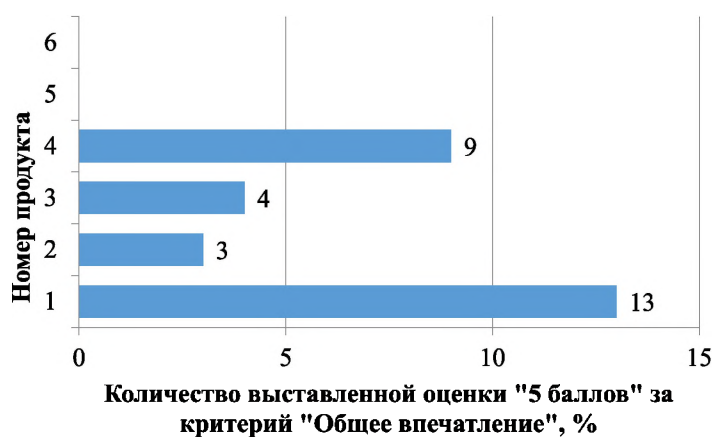


Рис. 2. Потребительская оценка паштетов рыбных по критерию «Общее впечатление»  
 Fig. 2. Consumer evaluation of fish pates according to the "General impression" criterion

При дегустации представленных образцов дегустаторами были отмечены положительные и отрицательные характеристики данных видов продуктов. Положительными признаны сенсорные характеристики пищевого продукта, мотивирующие его покупку, отвечающие вкусовым ожиданиям потребителей. Отрицательными соответственно, являлись сенсорные характеристики, антипатичные потребителю. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Анализ сенсорных характеристик рыбных паштетов  
Table 3. Analysis of sensory characteristics of fish pates

Объект	Положительные характеристики	Отрицательные характеристики
Рыбные паштеты	Однородная, мажущаяся консистенция, без излишней жидкости. Гармоничный, нежный вкус паштета. Сглаженный вкус рыбы. Ненавязчивый аромат пряностей.	Растекающаяся, непаштетообразная консистенция. Наличие мелких фрагментов костей рыбы. Наличие зерен риса. Интенсивный аромат рыбы и используемых специй. Чрезмерная соленость и острота во вкусе. «Перчение» на языке после употребления продукта.

Результаты потребительской дегустации позволили выделить наиболее предпочтительный вид продукта в группе рыбных паштетов, который обладает однородной, мажущейся консистенцией, отсутствие излишней жидкости, гармоничный, приятный, натуральный, нежный вкус продукта, слабо выраженный вкус рыбы с ненавязчивым ароматом пряностей.

Целью следующего этапа исследований являлось определение наиболее значимого показателя определяющего критерий «Общее впечатление» от употребления продукта с помощью программы Statistica. Использовался корреляционно-регрессионный анализ, который дает возможность дать качественную оценку зависимости изучаемых признаков (корреляционный анализ) и провести количественную оценку изучаемой зависимости, т.е. нахождение уравнения регрессии и построения теоретической линии регрессии (регрессионный анализ). На первом этапе выявляли наличие взаимосвязи между установленными органолептическими критериями. При полных зависимостях, когда корреляционная связь превращается в функциональную, значение коэффициента корреляции равно для положительных связей +1, для обратных связей –1. Если же  $r$  принимает значение около 0, то это дает основание говорить об отсутствии связи между критериями.

На рис. 3 представлена таблица с результатами корреляционного анализа.

Variable	Means	Std.Dev.	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Запах	Вкус	Общее впечатление
Внешний вид	3.875000	0.236291	1.000000	0.756745	0.928809	0.916949	0.928809	0.846667
Консистенция	3.925000	0.377492	0.756745	1.000000	0.512989	0.662266	0.923381	0.969458
Цвет	3.750000	0.129099	0.928809	0.512989	1.000000	0.774597	0.800000	0.680336
Запах	4.050000	0.100000	0.916949	0.662266	0.774597	1.000000	0.774597	0.683130
Вкус	3.650000	0.129099	0.928809	0.923381	0.800000	0.774597	1.000000	0.982708
Общее впечатление	3.725000	0.170783	0.846667	0.969458	0.680336	0.683130	0.982708	1.000000

Рис. 3. Результаты определения коэффициента корреляции  
Fig. 3. Results of determining the correlation coefficient

Как видно из данных, представленных на рис. 3, наиболее тесная и прямая корреляционная зависимость установлена между критериями «Общее впечатление», «Вкус», «Консистенция» (коэффициент корреляции  $r=0,98$  и  $0,97$ ). Далее устанавливалась количественная зависимость между данными признаками с использованием регрессионного анализа. Получено следующее уравнение:

$$Y = -0,02 + 0,67 \cdot X_1 + 0,33 \cdot X_2, \quad (1)$$

где  $Y$  — «Общее впечатление»;  $X_1$  — критерий «Вкус»;  $X_2$  — критерий «Консистенция»

Результаты множественной регрессии между критериями «Общее впечатление», «Вкус», «Консистенция» можно представить на графике в трехмерном пространстве (рис. 4).

Следующим этапом сенсорной оценки рыбных паштетов стало проведение экспертной дегустации. При определении профиля рыбных паштетов на первом этапе эксперты иден-

тифицировали характерные ощущаемые составляющие консистенции, запаха, вкуса и выражали данные признаки в описательных определениях (сенсорных терминах). На втором этапе определяли порядок, в котором признаки проявляются и оценивали интенсивность каждого признака по бальной шкале от 0 (признак не выявлен) до 10 (максимальная интенсивность дескриптора), где 5 — приемлемая (оптимальная) интенсивность. Для дескриптора «Гармоничность вкуса» оценка проводилась по шкале интенсивности от 0 (отсутствие признака) до 10 (оптимальное значение признака).

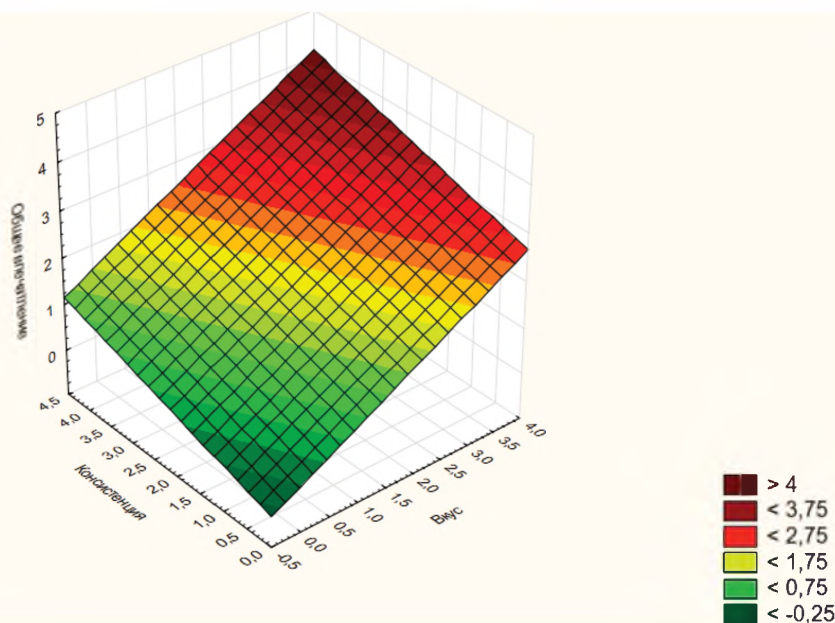


Рис. 4. Графическая интерпретация полученных результатов потребительской дегустации  
 Fig. 4. Graphic interpretation of the results of consumer tasting

На экспертную дегустацию представлены рыбные паштеты в следующем ассортименте (в скобках указан шифр образца на дегустации):

- ♦ «Паштет рыбный пряный» (№1);
- ♦ «Паштет рыбный «Паприкаш» (№2);
- ♦ «Паштет рыбный с ароматом дыма» (№3);
- ♦ «Паштет рыбный острый» (№4).

В дегустации участвовало 3 человека, имеющих квалификацию экспертов-испытателей, 2 — отобранных испытателей, 2 — без категории, но имеющих необходимую чувствительность. Перед экспертной дегустацией было проведено 4 тренировочные дегустации. В результате сформирована Карта регистрации результатов дегустационной оценки эталонного образца.

Результаты экспертной дегустационной оценки рыбных паштетов представлены в табл. 4.

По результатам дегустации образцы №3 и 4 довольно сочные, но при этом не растекаются, плотность составила 5,8 баллов, чем выше значение, тем продукт более плотный, низкое значение означает растекающуюся консистенцию. Практически у всех представленных образцов показатели «Сладость», «Соленость», «Кислотность», «Горечь» колеблются в одном диапазоне 5,0 - 6,0 баллов, при оптимальном значении 5,0. Значения показателей «Интенсивность рыбного аромата», «Аромат пряностей» (значения от 6,6 до 7,4 при максимально выраженном признаке дескриптор оценивается в 10,0 баллах), «Вкус пряностей, добавок» (от 6,3 до 7,4 при оптимальном значении 5,0) довольно высокие. Однако «Гармоничность вкуса» при этом сохраняется (оценка от 6,0 до 8,3 при максимальной оценке 10,0 баллов), отрицательных эмоций данные продукты не вызывают, «Общее впечатление» от употребления высокое (от 6,9 до 8,0 баллов при максимально возможных 10,0 баллах). Графическое отображение результатов экспертной дегустации представлено на рис. 5.

Как видно на рис. 5 полученные значения дескрипторов для разных наименований паштетов довольно близки. Это можно объяснить составом данных продуктов, который практически идентичен.

Таблица 4. Результаты оценки рыбных паштетов  
Table 4. Results of evaluation of fish pates

Дескриптор	Номер образца			
	1	2	3	4
Интенсивность рыбного аромата	6,6	6,6	7,4	7,3
Аромат пряностей	7,1	6,9	6,6	7,0
Водянистость (сочность) продукта	5,9	5,3	6,2	6,8
Плотность продукта	5,0	4,8	5,8	5,8
Сладость	5,3	5,0	5,0	5,0
Соленость	5,5	6,0	6,0	6,0
Кислотность	5,0	5,0	5,4	5,1
Горечь	5,0	5,0	5,4	5,1
Вкус пряностей, добавок	6,3	6,3	7,4	6,8
Гармоничность вкуса	7,0	8,3	6,0	7,8
Стойкость послевкусия	7,8	7,5	8,6	8,3
Общее впечатление	7,0	8,0	6,9	7,8



Рис. 5. Результаты профильного анализа рыбных паштетов  
Fig. 5. Results of profile analysis of fish pates

**Заключение.** Результаты потребительской дегустации позволили выделить следующие наиболее предпочтительные характеристики продукта: однородная, мажущаяся консистенция, отсутствие излишней жидкости, вкус - гармоничный, приятный, натуральный, нежный, слабо выраженный вкус рыбы с ненавязчивым ароматом пряностей.

Наиболее тесная и прямая корреляционная зависимость установлена между критериями «Общее впечатление», «Вкус», «Консистенция», коэффициент корреляции  $r = 0,98$  и  $0,97$ , соответственно.

Результаты экспертной дегустации показали, что наилучшие значения показателя «Плотность продукта» отмечены у образцов «Паштет рыбный с ароматом дыма» и «Паштет рыбный острый» — 5,8. Близкие значения в диапазоне от 5,0 до 6,0 баллов установлены для показателей «Сладость», «Соленость», «Кислотность», «Горечь» у всех анализируемых образцов. Достаточно высокие величины определены для показателей «Интенсивность рыбного аромата» (от 6,6 до 7,4 баллов) и «Аромат пряностей» (от 6,3 до 7,4 баллов). При этом, при максимально высокой оценке в 10,0 баллов значения показателя «Гармоничность вкуса» варьируют в диапазоне 6,0–8,3 балла, а показателя «Общее впечатление» — 6,9–8,0 баллов, что свидетельствует об отсутствии отрицательного восприятия исследованных образцов рыбных паштетов.

### Список использованных источников

1. *Лилишенцева, А. Н.* Дескрипторно-профильный метод определения качества образцов яблочного сока / А. Н. Лилишенцева, А. В. Смоляр // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2020. — №12 (1). — С. 84–94.
2. *Заворохина, Н. В.* Потенциал дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа / Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». — 2014. — Т. 2. — №2. — С. 58–63.
3. *Матисон, В. А.* Применение дескрипторно-профильного метода для оценки качества продуктов питания / В. А. Матисон, Н. И. Арутюнова, Е. Д. Горячева // Пищевая промышленность. — 2015. — №6. — С. 52–54.
4. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг-2015. В 2 ч. Ч.2 / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. — 141 с.
5. *Почицкая, И. М.* Изучение потребительских предпочтений рыбных продуктов в Республике Беларусь / И.М. Почицкая, Н.В. Комарова, Е.С. Красовская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — № (3). — С. 88–98.
6. *Альшевский, Д. Л.* Компьютерное моделирование рецептуры фаршевой смеси для сыровяленой рыбной колбасы / Д.Л. Альшевский, А.Г. Шибек, М.М. Горностаева // Известия КГТУ. — 2017. — №47. — С. 97–107.
7. *Бочарова-Лескина, А. Л.* Совершенствование технологии производства пресервов из карповых видов рыб с заданными потребительскими свойствами : дисс.... канд. техн. наук : 05.18.15. — Краснодар, 2015. — 218 с.
8. Инновационная технология изготовления сырокопченой рыбной колбасы на основе комбинированного сырья / М.Д. Мукатова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия рыбное хозяйство. — 2017. — №4. — С. 165–173.
9. *Якубова, О. С.* Перспективы использования мяса прудовых рыб для производства рыбных пельменей / О.С. Якубова, С.А. Мижужева, А.А. Бекешева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2017. — №6. — С. 3–9.
10. *Касьянов, Г. И.* Особенности технологии фаршированного рыбопродукта, обогащенного СО<sub>2</sub>-экстрактами / Г.И. Касьянов, С.В. Золотокопова, А.М. Магомедов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия рыбное хозяйство. — 2019. — №2. — С. 86–93.
11. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство: ГОСТ ИСО 6658- 2016. — Введ. 01.04.2018. — Минск государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2018 — 24с.
12. Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов: ГОСТ ISO 5496-2014. — Введ. 01.01.16. — М.: Стандартиформ, 2015. — 15 с.
13. Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора: СТБ ИСО 6564-2007. — Введ. 01.07.2007. — Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. — 12 с.
14. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности: ГОСТ ISO 3972-2014. — Введ. 01.01.16. — М.: Стандартиформ, 2015. — 8 с.
15. Органолептический анализ. Руководящие указания по применению шкал количественных характеристик : ГОСТ ИСО 4121-2016. — Введ. 01.07.2017. — Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007.— 12с.
16. Органолептический анализ. Методология. Профиль текстуры: СТБ ИСО 11036-2007. — Введ. 01.07.2007. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. — 24 с.

17. Сенсорный анализ. Методология. Ранжирование: ГОСТ ИСО 8587-2015. — Введ. 01.03.2016. — Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 24 с.
18. Пищевая продукция в части ее маркировки : ТР ТС 022/2011 : принят 09.12.11 : вступ. в силу 01.07.13 / Евраз. экон. комис. — Минск : Госстандарт, 2012. — 18 с.

#### Информация об авторах

*Красовская Елена Сергеевна*, заведующий лабораторией физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: gagara.7878@mail.ru

*Почицкая Ирина Михайловна*, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник — руководитель научно-исследовательской группы Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Рябова Кристина Святославовна*, кандидат технических наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

#### Information about the authors

*Krasovskaya Elena Sergeevna*, head of the laboratory of physical and chemical research of the Republican control and testing complex for the quality and safety of food products of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: gagara.7878@mail.ru

*Pochitskaya Irina Mikhailovna*, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher - Head of the Research Group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of Food Products of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Belarus).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Ryabova Kristina Svyatoslavovna*, PhD (Engineering), Head of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

УДК 634.74(476)

Поступила в редакцию 15.01.2024  
Received 15.01.2024**К. С. Рябова, И. М. Почипская, М. С. Алексеенко***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР  
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ПЛОДОВООЩНОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

**Аннотация.** Важная роль в профилактике неинфекционных заболеваний принадлежит функциональным продуктам питания, позволяющим обогатить рацион физиологически функциональными пищевыми ингредиентами, способствующими сохранению и улучшению здоровья человека. Цель работы — изучить влияние малоиспользуемого ягодного сырья, произрастающего на территории Республики Беларусь, на технологические, физико-химические и органолептические показатели консервированной плодоовощной продукции. В работе установлено, что плодово-ягодное сырье представляет собой полноценный источник различных биологически активных веществ, таких как витамины, полифенольные вещества, органические кислоты, сахара, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, требующихся для ежедневного синтеза и построения клеток, а также осуществления нормальных метаболических процессов и других функций в организме человека. Также в работе представлена характеристика ягодного сырья ( содержание макро- и микроэлементов, витаминов, органолептические особенности). Приведены результаты дескрипторной оценки сока яблочного с мякотью, нектара яблочного без мякоти, нектара тыквенного с мякотью, нектара морковного с мякотью, пюре яблочного, пюре томатного, пюре морковного с добавлением пюре шиповника, боярышника, облепихи и жимолости. Моделирование лабораторных образцов с различным содержанием пюре из жимолости, боярышника, облепихи в концентрации 5%, 10%, 15%, 20% позволило получить продукты с достаточно приятным вкусом и ароматом, без проявления негативных дескрипторов. В результате проделанной работы установлено, что готовые продукты являются источником минеральных веществ (калия, магния, фосфора, кальция, железа и цинка), витаминов группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР), витамина С и β-каротина.

**Ключевые слова:** малоиспользуемое ягодное сырье, функциональные пищевые продукты, минеральные вещества, витамины, физико-химические показатели, органолептические показатели, шиповник, боярышник, облепиха, жимолость.

**K. S. Ryabova, I. M. Pochickaya, M. S. Alekseenko***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***THE USE OF LITTLE-USED BERRY CROPS IN THE PRODUCTION OF  
CANNED FRUITS AND VEGETABLES**

**Abstract.** An important role in the prevention of non-communicable diseases belongs to functional foods, which make it possible to enrich the diet with physiologically functional food ingredients that help maintain and improve human health. The purpose of the work is to study the influence of little-used berry raw materials growing on the territory of the Republic of Belarus on the technological, physicochemical and organoleptic indicators of fruit and vegetable products. The work established that fruit and berry raw materials are a complete source of various biologically active substances, such as vitamins, polyphenolic substances, organic acids, sugars, macro- and microelements, dietary fiber, required for the daily synthesis and construction of cells, as well as the implementation of normal metabolic processes and other functions in the human body. The work also presents characteristics of berry raw materials in terms of area of application, content of macro- and microelements, vitamins, and organoleptic characteristics. The results of a descriptor evaluation of



apple juice with pulp, apple nectar without pulp, pumpkin nectar with pulp, carrot nectar with pulp, apple puree, tomato puree, carrot puree with the addition of rose hip, hawthorn, sea buckthorn and honeysuckle puree are presented. Modeling laboratory samples with different contents of honeysuckle, hawthorn, and sea buckthorn purees at concentrations of 5%, 10%, 15%, 20% made it possible to obtain products with a fairly pleasant taste and aroma, without the manifestation of negative descriptors. As a result of the work done, it was established that the finished products are a source of minerals (potassium, magnesium, phosphorus, calcium, iron and zinc), B vitamins (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP), vitamin C and β-carotene.

**Key words:** underutilized berry raw materials, functional foods, minerals, vitamins, physico-chemical indicators, organoleptic indicators, rose hips, hawthorn, sea buckthorn, honeysuckle.

**Введение.** Важная роль в профилактике неинфекционных заболеваний принадлежит функциональным продуктам питания, позволяющим обогатить рацион физиологически функциональными пищевыми ингредиентами, способствующими сохранению и улучшению здоровья человека. Согласно ГОСТ Р 52349-2005 [1], функциональный пищевой продукт — это специализированный пищевой продукт, предназначенный для систематического потребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Основная задача функциональных пищевых продуктов — укрепление здоровья человека путем влияния на определенные физиологические реакции организма. Разработка функциональных пищевых продуктов — это возможность с помощью современных достижений науки о питании изменить состав продукта таким образом, чтобы повлиять на состояние здоровья человека [2].

Фруктово-ягодное сырье представляет собой полноценный источник различных биологически активных веществ, таких как витамины, полифенольные вещества, органические кислоты, сахара, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, требующихся для ежедневного синтеза и построения клеток, а также осуществления нормальных метаболических процессов и других функций в организме человека. Химический состав фруктово-ягодного сырья определяет возможность формирования и изменения его вкуса, аромата и особенно цвета в результате технологических операций при изготовлении продуктов питания. Благодаря наличию широкого спектра биологически активных веществ (витамины, макро-, микроэлементы, биофлавоноиды, пищевые волокна, органические кислоты и др.) фруктово-ягодное сырье обладает способностью укреплять иммунитет и повышать антиоксидантную защиту организма человека [3–9].

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования является малоиспользуемое ягодное сырье, произрастающее на территории Республики Беларусь, а также фруктово-овощное сырье, приготовленное с использованием шиповника, боярышника, облепихи и жимолости.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Благодаря наличию биологически активных веществ, в том числе витаминов, минеральных веществ, ягоды определяют функциональную направленность пищевых продуктов, а также формируют такие важные органолептические свойства, как цвет, аромат, внешний вид, что позволяет исключить внесение ароматизаторов, красителей, консервантов (таблица 1).

Использование ягодного сырья дает возможность создать оптимальный по составу продукт, отличающийся хорошими вкусоароматическими характеристиками и обогатить его полезными веществами. Однако широкое применение некоторых ягодных культур зачастую ограничено трудоемкостью процесса сбора урожая, наличием достаточно крупных косточек, волосков на внутренних стенках плодов и др.

В ходе ранее проведенных исследований было определено, что, исходя из минерального и витаминного состава малоиспользуемых ягод, произрастающих в Республике Беларусь, можно рекомендовать в качестве сырья для создания продуктов функционального назначения для профилактики сердечнососудистых заболеваний боярышник, жимолость, шиповник и облепиху. Перечисленное ягодное сырье может быть использовано при изготовлении консервированной фруктово-овощной продукции, кондитерских изделий, пищевых концентратов, сушеной и замороженной продукции. Содержание макро- и микроэлементов, витаминов и характеристика его органолептических особенностей приведено в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика ягодного сырья  
Table 1. Characteristics of berry raw materials

Ягодное сырье	Источник биологически активных веществ		Органолептические особенности
	макро- и микроэлементы	витамины	
Боярышник	кальций фосфор магний калий медь селен марганец	витамин С	Высокое содержание пектина (до 20%). Применение в количестве более 10% придает продукту густую комковатую консистенцию
Жимолость	йод	витамин С витамин В <sub>2</sub> витамин К витамин В <sub>6</sub>	Может применяться в качестве натурального красителя
Облепиха	кальций магний калий железо	витамин С витамин В <sub>6</sub> витамин В <sub>9</sub> витамин К витамин Е провитамин А	Яркий желтый (оранжевый) цвет Может применяться в качестве натурального красителя. Применение более 15% придает продуктам чрезмерно кислый вкус
Шиповник	кальций фосфор магний калий железо	витамин С витамин К витамин РР провитамин А	Выраженная кислотность Крупные косточки Волоски

Рекомендуется технологические параметры (в частности вязкость) применения ягодного сырья при изготовлении пищевых продуктов приводить с учетом их органолептических и биологических особенностей (цвета, вкуса, наличия крупной косточки и т.п.), которые будут оказывать влияние на внешний вид, вкус и консистенцию готового продукта.

Химический состав боярышника сорта Сваяк (производство РУП «Институт плодоводства», а/г Самохваловичи, Минская область), выращенного в Республике Беларусь представлен в табл. 2, 3. При этом стоит отметить, что химический состав конкретных сортов ягод может отличаться от представленных значений, поскольку зависит от климатических условий и агротехнических приемов выращивания и хранения.

Таблица 2. Физико-химические показатели ягод боярышника  
Table 2. Physico-chemical parameters of hawthorn berries

Показатель	Значение
Массовая доля сухих веществ, %	14,9
Титруемая кислотность, ммоль Н <sup>+</sup> на 100г	13,5
Массовая доля золы, %	2,05
Массовая доля клетчатки, %	18,2
Массовая доля пектина, %	0,23
АОА (антиоксидантная активность, выраженная в эквиваленте аскорбиновой кислоты), мг/100 г	52,0

Химический состав жимолости смеси сортов Аврора (Auroga) и Бореал Бьюти (Boreal Beauty) (производства в КХ «Ягодка», Смолевичский район), выращенного в Республике Беларусь, представлен в табл. 4, 5. При этом стоит отметить, что химический состав конкретных сортов ягод может отличаться от представленных значений, поскольку зависит от климатических условий и агротехнических приемов выращивания и хранения.

Химический состав шиповника сортов Юбилейный, Крупноплодный ВНИВИ, Витаминный ВНИВИ (производства РУП «Институт плодоводства», а/г Самохваловичи, Минская область), выращенного в Республике Беларусь, представлен в табл. 6, 7. При этом стоит отметить, что химический состав конкретных сортов ягод может отличаться от представленных значений, поскольку зависит от климатических условий и агротехнических приемов выращивания и хранения.

Таблица 3. Минеральный и витаминный состав ягод боярышника  
Table 3. Mineral and vitamin composition of hawthorn berries

Показатель	Значение
кальций, мг%	100
магний, мг%	22,5
фосфор, мг%	38,7
калий, мг%	319
натрий, мг%	0,89
марганец, мг%	0,1
железо, мг%	0,28
медь, мг%	0,13
цинк, мг%	0,11
хром, мкг%	6
кобальт, мкг%	< 5
селен, мкг%	< 5
витамин С, мг/%	4,818
витамин РР, мг %	1,39
β-каротин, мг%	1,769
витамин В <sub>1</sub> , мг%	0,014
витамин В <sub>2</sub> , мг%	0,034
витамин В <sub>6</sub> , мг%	0,014

Таблица 4. Физико-химические показатели ягод жимолости  
Table 4. Physico-chemical parameters of honeysuckle berries

Показатель	Значение
Массовая доля сухих веществ, %	11,9
Титруемая кислотность, ммоль Н <sup>+</sup> на 100г	36,5
Массовая доля золы, %	0,396
Массовая доля клетчатки, %	1,7
Массовая доля пектина, %	0,24
АОА (антиоксидантная активность, выраженная в эквиваленте аскорбиновой кислоты), мг/100 г	44,0

Таблица 5. Минеральный и витаминный состав ягод жимолости  
Table 5. Mineral and vitamin composition of honeysuckle berries

Показатель	Значение
кальций, мг%	19,7
магний, мг%	11
фосфор, мг%	22,6
калий, мг%	140,5
натрий, мг%	0,72
марганец, мг%	0,14
железо, мг%	0,35
медь, мг%	0,15
цинк, мг%	0,12
хром, мкг%	5
кобальт, мкг%	0,3
селен, мкг%	< 5
витамин С, мг/%	-
витамин РР, мг %	0,5
β-каротин, мг%	0,227
витамин В <sub>1</sub> , мг%	0,029
витамин В <sub>2</sub> , мг%	0,031
витамин В <sub>6</sub> , мг%	0,014

Таблица 6. Физико-химические показатели ягод шиповника  
Table 6. Physico-chemical parameters of rose hips

Показатель	Наименование сорта		
	Юбилейный	Крупноплодный ВНИВИ	Витаминный ВНИВИ
Массовая доля сухих веществ, %	15,9	12,1	14,3
Титруемая кислотность, ммоль Н <sup>+</sup> на 100 г	20,5	10,7	17,4
Массовая доля золы, %	1,223	1,220	1,173
Массовая доля клетчатки, %	11,1	7,0	12,2
Массовая доля пектина, %	1,5	1,37	0,74
АОА (антиоксидантная активность, выраженная в эквиваленте аскорбиновой кислоты), мг/100 г	20,0	10,0	9,1

Таблица 7. Минеральный и витаминный состав ягод шиповника  
Table 7. Mineral and vitamin composition of rose hips

Показатель	Наименование сорта		
	Юбилейный	Крупноплодный ВНИВИ	Витаминный ВНИВИ
кальций, мг%	121	152	118
магний, мг%	18,4	17,9	28,8
фосфор, мг%	34,6	22,8	55,3
калий, мг%	352,5	331,5	422
натрий, мг%	1,765	2,01	1,23
марганец, мг%	0,25	0,61	0,42
железо, мг%	0,19	0,17	0,38
медь, мг%	0,11	0,095	0,085
цинк, мг%	0,18	0,13	0,22
хром, мкг%	5	3	6
кобальт, мкг%	0,3	0,4	0,8
селен, мкг%	< 5	< 5	< 5
витамин С, мг/%	462,744	279,316	866,651
витамин РР, мг %	0,843	0,281	0,992
β-каротин, мг%	31,694	20,756	20,831
витамин В <sub>1</sub> , мг%	0,036	0,040	0,040
витамин В <sub>2</sub> , мг%	0,014	0,016	0,016

Химический состав облепихи сортов Ботаническая, Подарок саду, Трофимовская (производство РУП «Институт плодоводства», а/г Самохваловичи, Минская область), сорта Ботаническая, смеси сортов Подарок саду, Пламенная, Ботаническая, Крупноплодная, Трофимовская, Отрадная (производства Фермерское хозяйство «Облепиховое», Гродненская область), выращенного в Республике Беларусь, представлен в табл. 8, 9. При этом стоит отметить, что химический состав конкретных сортов ягод может отличаться от представленных значений, поскольку зависит от климатических условий и агротехнических приемов выращивания и хранения.

Влияние применения пюре из жимолости, боярышника, облепихи в концентрации 5%, 10%, 15%, 20% на органолептические показатели и пищевую ценность изучено на примере следующих образцов: сок яблочный с мякотью, нектар яблочный без мякоти, нектар тыквенный с мякотью, нектар морковный с мякотью, пюре яблочное, пюре томатное, пюре морковное. В качестве контроля служил образец без добавления ягодного пюре.

Для разработки дескрипторов изготовленных плодово-ягодных композиций были отобраны испытатели. Согласно ISO 11035:1994 [10] с учетом индивидуальных расхождений минимальное число испытателей в группе должно быть не менее шести.

В качестве испытателей выступили: 3 человека, имеющие квалификацию экспертов-испытателей, 2 — отобранных испытателей, 2 — без категории, но имеющие необходимую чувствительность.

Таблица 8. Физико-химические показатели ягод облепихи  
Table 8. Physico-chemical parameters of sea buckthorn berries

Показатель	Наименование сорта				
	Ботаническая (Минск. обл.)	Подарок саду	Трофимовская	Ботаническая (Гродн. обл.)	смесь сортов (Гродн. обл.)
Массовая доля сухих веществ, %	6,6	6,4	8,1	7,4	7,9
Титруемая кислотность, ммоль Н <sup>+</sup> на 100 г	38,2	37,8	40,3	40,5	32,5
Массовая доля золы, %	0,475	0,460	0,445	0,65	0,51
Массовая доля клетчатки, %	6,2	6,1	6,8	7,8	4,8
Массовая доля пектина, %	0,15	1,15	4,41	0,58	0,88
АОА (антиоксидантная активность, выраженная в эквиваленте аскорбиновой кислоты), мг/100 г	6,0	108,0	102,0	91,0	94,0

Таблица 9. Минеральный и витаминный состав ягод облепихи  
Table 9. Mineral and vitamin composition of sea buckthorn berries

Показатель	Наименование сорта				
	Ботаническая (Минск. обл.)	Подарок саду	Трофимовская	Ботаническая (Гродн. обл.)	смесь сортов (Гродн. обл.)
кальций, мг%	9,5	9,3	11	10,1	11,4
магний, мг%	6,9	9,1	11,8	11,4	9,5
фосфор, мг%	17,9	22,9	34,2	34,4	29,5
калий, мг%	161	178,5	196	181,5	168
натрий, мг%	2,155	0,812	1,265	1,6	1,6
марганец, мг%	0,17	0,21	0,23	0,21	0,16
железо, мг%	0,36	0,39	0,51	0,32	0,29
медь, мг%	0,065	0,097	0,063	0,059	0,056
цинк, мг%	0,09	0,12	0,19	0,19	0,15
хром, мкг%	3	3	4	7	< 5
кобальт, мкг%	1	1,2	1,1	< 5	< 5
селен, мкг%	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
витамин С, мг/%	60,130	72,343	77,332	67,001	90,183
витамин РР, мг %	0,230	0,463	0,577	1,220	1,320
β-каротин, мг%	4,488	5,196	6,121	8,009	22,634
витамин В <sub>1</sub> , мг%	-	-	-	0,013	0,014
витамин В <sub>2</sub> , мг%	0,079	0,069	0,070	0,045	0,043
витамин В <sub>6</sub> , мг%	0,010	0,023	0,021	-	-

Для установления ряда дескрипторов руководителем группы оценщиков было предложено испытателям продегустировать нектар яблочный без мякоти, сок яблочный с мякотью, нектар морковный с мякотью, нектар тыквенный с мякотью, пюре яблочное, пюре морковное, пюре томатное.

Первоначально были выделены основные дескрипторы, определяющие сенсорные характеристики плодоовощной продукции (табл. 10).

На базе лабораторий Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания проведены органолептические испытания плодоовощных соков, нектаров, пюре и построены профилограммы для каждой композиции.

Результаты дескрипторной оценки сока яблочного с мякотью с различными добавками приведены на рис. 1.

Наиболее гармоничными по вкусу являются композиции сока яблочного с мякотью с добавлением пюре боярышника в концентрациях от 5 % до 20 %, а также с добавлением 15 % и 20 % жимолости. Для композиций сока яблочного с мякотью с добавлением боярышника характерно сохранение изначального аромата и типичности по вкусу яблочного сока, а при добавлении пюре жимолости и облепихи, наоборот, начинает проявляться аромат добавки и ягодность во вкусе. Добавление 15 % и 20 % боярышника и жимолости приводит к увели-

чению вязкости сока яблочного. Наибольший балл по показателю «общее впечатление» имеют образцы сока яблочного с мякотью с добавлением пюре боярышника в концентрациях от 5 % до 20 %, а также с добавлением от 10 %, до 20 % жимолости.

Таблица 10. Перечень дескрипторов для сенсорной оценки плодоовощных соков, нектаров, пюре

Table 10. List of descriptors for sensory evaluation of fruit and vegetable juices, nectars, purees

Наименование сенсорной характеристики	Наименование дескриптора
Консистенция	Вязкость
Аромат	Характерный аромат основы
	Характерный аромат добавки
Вкус	Сладкий
	Кислый
	Горчинка
	Ягодность
	Гармоничность вкуса
	Стойкость послевкусия
	Типичность
	Общее впечатление

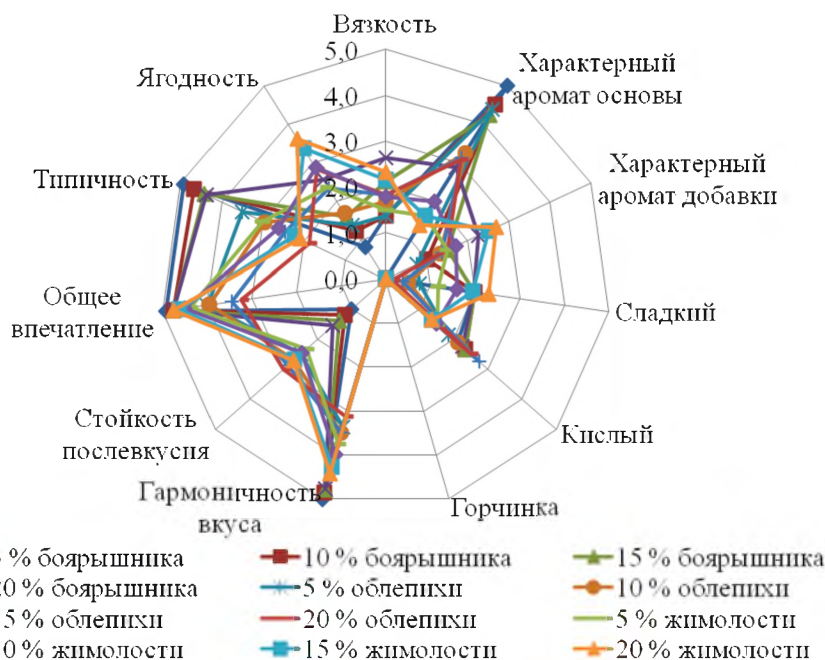


Рис. 1. Результаты дескрипторной оценки сока яблочного с мякотью с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника

Fig. 1. Results of a descriptor assessment of apple juice with pulp with the addition of sea buckthorn, honeysuckle and hawthorn puree

На следующем этапе исследований осуществляли дескрипторную оценку нектара яблочного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника. Установлено, что наиболее гармоничными по вкусу являются композиции нектара яблочного с содержанием от 10 % до 20 % пюре жимолости. Для композиций нектара яблочного с добавлением боярышника характерно сохранение изначального аромата и типичности по вкусу нектара яблочного, а при добавлении пюре жимолости и облепихи, наоборот, начинает проявляться аромат добавки и ягодность во вкусе. Наибольший балл по показателю «общее впечатление» имеют образцы нектара яблочного с добавлением пюре жимолости от 10 % до 20 %, а также с добавлением 5 % облепихи, при 10 %, 15 % и 20 % дегустаторы отметили, что продукт стал более кислым, что отрицательно сказывается на общем впечатлении.

Результаты дескрипторной оценки нектара тыквенного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника приведены на рис. 2.

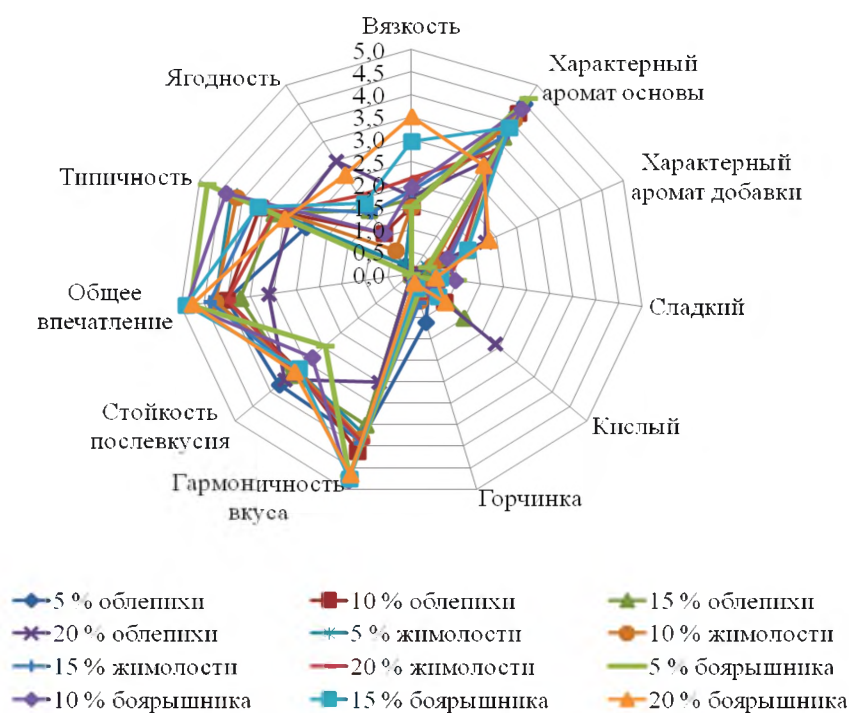


Рис. 2. Результаты дескрипторной оценки нектара тыквенного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника

Fig. 2. Results of descriptor assessment of pumpkin nectar with the addition of sea buckthorn, honeysuckle and hawthorn puree

Для композиций нектара тыквенного с добавлением боярышника характерно незначительное увеличение вязкости. При введении в нектар тыквенный 15 % и 20 % облепихи усиливается кислый вкус. Однако данное введение не вызывает общего негативного впечатления у дегустаторов. Все композиции характеризуются высоким баллом по показателю «общее впечатление».

Результаты дескрипторной оценки нектара морковного с добавлением пюре облепихи, боярышника и жимолости в концентрации 5%, 10%, 15% и 20% показали, что наиболее гармоничными по вкусу являются композиции нектара морковного с содержанием от 5 % до 20 % пюре боярышника. Данные композиции характеризуются высоким значением показателей «характерный аромат основы» и «типичность» основы. Наибольший балл по показателю «общее впечатление» имеют образцы нектара морковного с добавлением пюре боярышника от 5 % до 20 %. Дегустаторы отметили усиление кислого вкуса, которое отрицательно сказывается на общем впечатлении. Следует отметить, что добавление пюре боярышника приводит к увеличению вязкости, а добавление пюре облепихи приводит к повышению кислого вкуса.

На следующем этапе исследований изучили органолептические характеристики яблочного, томатного и морковного пюре.

Результаты дескрипторной оценки пюре яблочного приведены на рис.3.

Добавление в пюре яблочное от 5 % до 20 % пюре боярышника значительно повышает вязкость основы (яблочное пюре), однако данное добавление не отрицательно сказывается на общем впечатлении. Данные образцы характеризуются высоким значением баллов по показателю «гармоничность вкуса» и «общее впечатление». Образцы с добавлением пюре облепихи и жимолости также характеризуются достаточно высоким баллом по показателю «общее впечатление».

Результаты дескрипторной оценки пюре томатного и пюре морковного приведены на рис. 4 и рис. 5 соответственно.

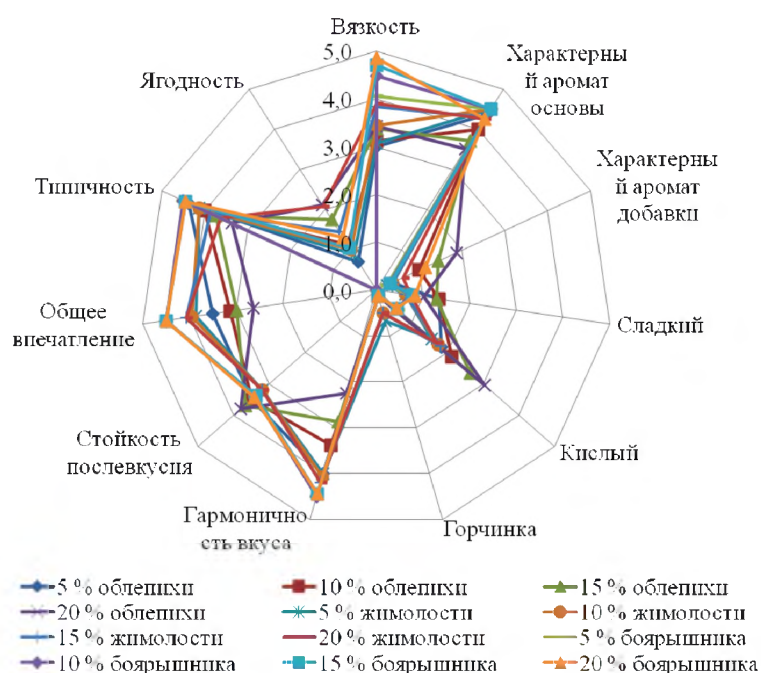


Рис.3. Результаты дескрипторной оценки пюре яблочного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника

Fig.3. Results of descriptor evaluation of apple puree with the addition of sea buckthorn, honeysuckle and hawthorn puree

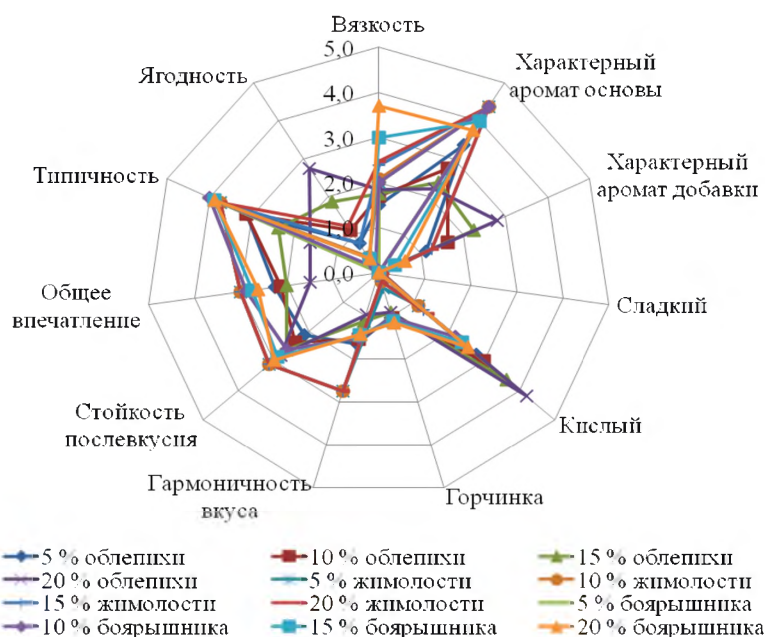


Рис.4. Результаты дескрипторной оценки пюре томатного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника

Fig.4. Results of a descriptor evaluation of tomato puree with the addition of sea buckthorn, honeysuckle and hawthorn puree

Дегустаторы отдали предпочтение образцам пюре томатного с добавлением от 5 % до 20 % пюре жимолости и боярышника. В данном случае добавление 15 % и 20 % боярышника и жимолости повышает вязкость смеси. Однако более кислыми композициями в данном случае выступили композиции с содержанием боярышника по сравнению с композициями с до-



бавлением жимолости. Наименее предпочтительными оказались композиции пюре томатного с добавлением от 10 % до 20 % пюре облепихи. Данные композиции характеризовались большей кислотью, по сравнению с другими композициями.

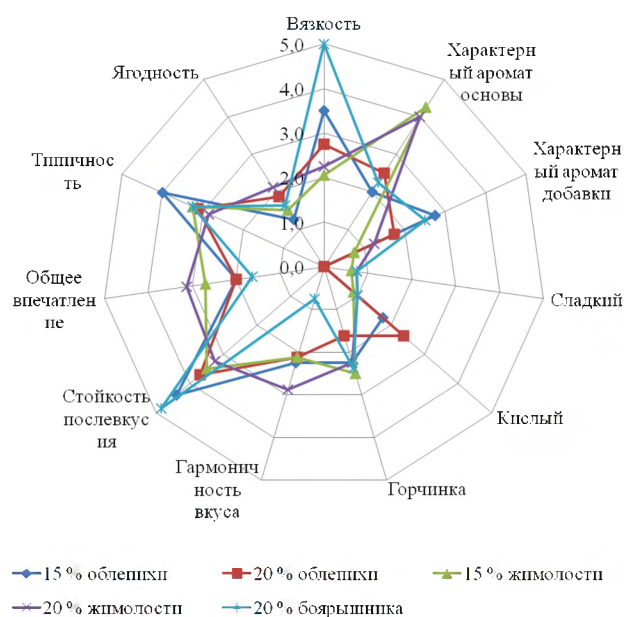


Рис. 5. Результаты дескрипторной оценки пюре морковного с добавлением пюре облепихи, жимолости и боярышника

Fig. 5. Results of descriptor evaluation of carrot puree with the addition of sea buckthorn, honeysuckle and hawthorn puree

Введение в пюре морковное от 5 % до 20 % пюре боярышника приводит к значительному увеличению вязкости, при этом кислотность увеличивается незначительно. На данной профилограмме отмечено, что все образцы имеют высокий балл по показателю «стойкость послевкуся» и характеризуются достаточно высокой горечью. Все композиции характеризуются невысоким значением баллов по показателю «общее впечатление». В данном случае дегустаторы отдали предпочтение композициям с добавлением 15 % и 20 % жимолости.

**Заключение.** Анализ витаминно-минерального состава плодов и ягод боярышника, жимолости шиповника и облепихи, произрастающих в Республике Беларусь, позволяет рекомендовать использовать их в качестве сырья для создания продуктов функционального назначения для профилактики сердечнососудистых заболеваний на плодовоовощной основе.

Моделирование лабораторных образцов соков, нектаров и пюре с содержанием пюре из жимолости, боярышника, шиповника, облепихи в концентрации 5%, 10%, 15%, 20% позволило получить продукты с достаточно приятным вкусом и ароматом, без проявления негативных дескрипторов.

Установлены факторы, отрицательно влияющие на органолептические свойства:

- ♦ внесение пюре облепихи в количестве 15% и более придавало образцам слишком кислый вкус,
- ♦ внесение 15% и более процентов пюре боярышника существенно изменяло консистенцию, она становилась слишком густой, вязкой.

Готовые продукты являются источником минеральных веществ (калия, магния, фосфора, кальция, железа и цинка), витаминов группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР), витамина С и β-каротина.

#### Список использованных источников

1. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения : ГОСТ Р 52349–2005. — Введ. 31.05.2005. — М.: Стандартинформ, 2006. — 3 с.
2. Степычева, Н.В. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. — Иваново, 2012. — 81 с.

3. Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян [и др.]. — М.: Издательский дом “Панорама”, 2010. — 816 с.
4. Тутельян, В. А. Биологически активные компоненты питания кардиологических больных / В. А. Тутельян, А. В. Погожева, А. К. Батулин. — М.: СвР-АРГУС, 2012. — 380 с.
5. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / В.А. Тутельян [и др.]. — М.: Колос, 2002. — 424 с.
6. Кароматов, И. Д. Химический состав и лечебные свойства боярышника / И. Д. Кароматов, И. А. Жалилов // Биология и интегративная медицина. — 2019. — № 1 (29). — С. 109–126.
7. Магомедова, З. М. Исследование фитохимического состава пиповника / З. М. Магомедова, М. Г. Гасанова // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. — 2016. — Т. 31. — № 2. — С. 54–59.
8. Богданова, Ю. С. Жимолость — перспективное сырье для получения продуктов функционального назначения / Ю. С. Богданова, С. И. Данилин // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). — 2019. — С. 145–149.
9. Гуленкова, Г. С. Особенности биохимического состава плодов облепихи / Г. С. Гуленкова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2013. — № 11. — С. 262–265.
10. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для составления органолептического профиля при многостороннем подходе : ISO 11035–94. Введ. 01.12.1994. — [Б. м. : б. и.], 1994. — 36 с.

#### Информация об авторах

*Рябова Кристина Святославна*, кандидат технических наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

*Почицкая Ирина Михайловна*, доктор технических наук, главный научный сотрудник — руководитель научно-исследовательской группы Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Алексеенко Маргарита Сергеевна*, кандидат технических наук, руководитель группы определения ГМО Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию».

E-mail: a.rita.s@mail.ru

#### Information about authors

*Ryabova Kristina Svyatoslavna*, PhD (Engineering), Head of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova St., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ryabova.ks@gmail.com

*Pochitskaya Irina Mikhailovna*, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher - Head of the Research Group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of Food Products RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Belarus)

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Alekseenko Margarita Sergeevna*, PhD (Engineering), Head of the GMO determination group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of Food Products RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Belarus)

E-mail: a.rita.s@mail.ru

УДК 664.22

Поступила в редакцию 01.02.2024  
Received 01.02.2024**А. В. Куликов, А. С. Данилюк, Д. А. Зайченко, А. А. Садовский***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ  
МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КРАХМАЛОПАТОЧНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Аннотация.** В статье отражены результаты исследований по использованию баромембранных технологий для извлечения белковых компонентов из жидких отходов крахмальных заводов, а также применение электродиализа для улучшения цветности паточных сиропов и патоки. Сформированы рекомендации по использованию результатов проведенных исследований для предприятий крахмалопаточных производств.

**Ключевые слова:** мембраны, технология, очистка, электродиализ, крахмал, патока, сироп, производство

**A. V. Kulikou, A. S. Danilyuk, D. A. Zaichenko, A. A. Sadovsky***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***RESEARCH RESULTS ON THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGIES  
IN STARCH PRODUCTION**

**Abstract.** The article describes the relevance and also presents the results of research on the use of pressure membrane technologies for the extraction of protein components from liquid waste from starch factories. And also the use of electro dialysis to improve the color of starchy syrups. Recommendations on the use of the results of the research for starch production enterprises have been formed.

**Key words:** membranes, technology, purification, electro dialysis, starch, molasses, syrup, production

**Введение.** На крахмальных заводах Республики Беларусь на сегодняшний день в полной степени не решен вопрос утилизации соковых вод картофеля, имеющих в составе сухих веществ ценные компоненты: более 30% белка, 15% макро и микроэлементов и др., которые в большинстве случаев направляются как сточные воды в общественные системы очистки либо к технологическим водоемам в структуре предприятия для последующего отстаивания, что влечет дополнительные затраты по экологическим выплатам и наносит значительный вред окружающей среде [1].

Посчитано, что скрытый резерв белка из соковых вод картофеля в целом по республике может составлять более 2000 тонн в год.

Картофельный белок активно используется во многих странах мира в качестве кормового и пищевого ингредиента [2]. Эта популярность объясняется целым рядом важных свойств продукта, таких как широкий аминокислотный состав в соединении с отличной усвояемостью белка (96%). Помимо этого, его применение может повысить пищевую ценность и физическую функциональность, такую как вспенивание, эмульгирование и гелеобразование.

Однако, сложность извлечения белка из клеточного сока картофеля обусловлена его нахождением в растворимом состоянии, что требует применения известных, но сложных и энергозатратных технологий для данных целей, как выпаривание и электрокоагуляция, что нецелесообразно из-за низкого содержания сухих веществ в исходном сырье.

Помимо этого, на крахмалопаточных предприятиях не решен вопрос эффективной очистки паточных сиропов, являющихся промежуточными продуктами при производстве патоки крахмальной, которые зачастую имеют желто-коричневый цвет из-за наличия в сиропах

нежелательных примесей, красящих веществ, азотистых соединений и золы, что отрицательно влияет на их стоимость и возможность применения при изготовлении различных видов пищевых продуктов.

Для очистки паточных сиропов на предприятиях в основном используется фильтрация взвешенных частиц с помощью активного угля и ионообменные смолы. Однако их использование имеет следующие недостатки, что влечет для предприятия дополнительные издержки [3]:

- ♦ высокий расход активированного угля, ионообменных смол в совокупности с постоянной их регенерацией;
- ♦ образование агрессивных сточных вод в результате утилизации отработанных реагентов.

На основании вышеизложенного целью исследований является решение обозначенных проблемных вопросов за счет использования баро- и электромембранных технологий, имеющих такие основные преимущества как экологичность, энергоэффективность и сохранение необходимых свойств обрабатываемого сырья [4–5].

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись соковая вода картофеля ОАО «Рогозницкий крахмальный завод»; паточный сироп до фильтрации, паточный сироп после фильтрации, патока РУПП «Экзон-Глюкоза».

Для исследования процессов извлечения белковых компонентов из соковой воды картофеля была разработана лабораторная баромембранная установка (рис. 1), имеющая возможность применения различных мембранных элементов: микро-, ультра- и нанофильтрации.



- 1 — емкость для исходного сырья; 2,5 — запорная арматура; 3 — емкость с дистиллированной водой для промывки мембран; 4 — емкости для концентрата и фильтрата; 6 — манометр; 7 — блок механической очистки; 8 — корпус мембраны; 9 — вспомогательный насос мембранного типа; 10 — патрубки; 11 — подающий центробежный насос

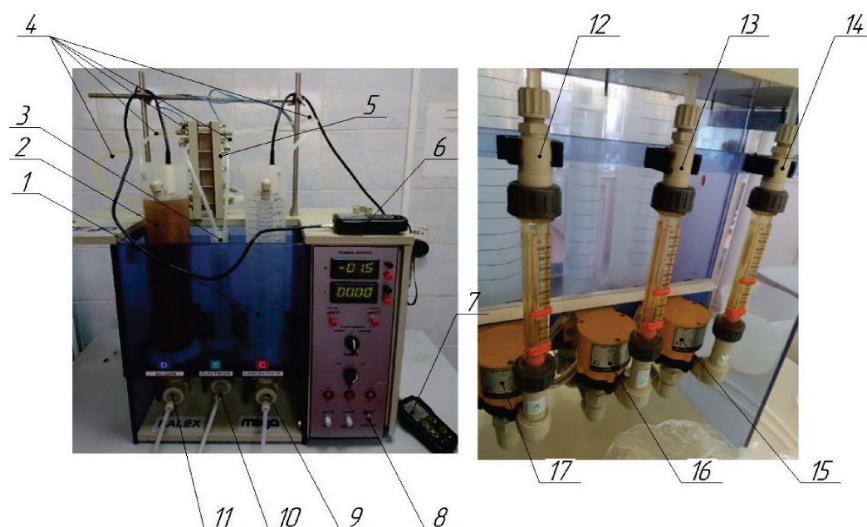
Рис. 1. Лабораторная баромембранная установка  
Fig. 1. Laboratory baromembrane installation

Подаваемая насосом соковая вода картофеля для предотвращения забивания мембранных элементов предварительно очищалась от частиц мелкой мезги и крахмала на лабораторном сепараторе GEA FTC 1-06-107 и имеющимся на установке блоке механической очистки с размером ячейки 5 мкм. С целью предотвращения образования пены, отрицательно влияющей на протекание процесса баромембранного разделения, в сырье добавлялся силиконовый пеногаситель. Работу на установке осуществляли при различных давлениях, а также при поэтапном использовании мембран с различной отсечкой по молекулярной массе. В результате чего образовывалось 2 вида продуктов: осветленная жидкая фракция (фильтрат) и сгущенная белковая фракция (концентрат), массовую долю сухих веществ и белков в которых

определяли в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Процесс деминерализации (очистки) паточных сиропов исследовали на лабораторной электромембранной установке Р EDR-Z (рис. 2) с использованием мембран катионного (СМН-PES) и анионного (АМН-PES) типов, которая предназначена для получения продуктов требуемого качества путем регулирования минерального состава и кислотности до необходимых значений за счет удаления ионогенных соединений.

Ключевым элементом установки является электродно-мембранный модуль с ионоселективными мембранами, катодом и анодом, патрубками подачи и забора дилуата, электролита, концентрата.



- 1 — емкость для концентрата, 2 — емкость для электродного раствора, 3 — емкость для дилуата,  
 4 — система подвода и отвода жидкости, 5 — электродно-мембранный модуль,  
 6,7 — кондуктометры, 8 — панель управления, 9 — кран слива концентрата, 10 — кран слива  
 электролита, 11 — кран слива дилуата, 12 — поплавково-уровневая камера для концентрата,  
 13 — поплавково-уровневая камера для электролита, 14 — поплавково-уровневая камера для дилуата,  
 15 — циркуляционный насос для дилуата, 16 — циркуляционный насос для электролита,  
 17 — циркуляционный насос для концентрата

Рис. 2. Лабораторная электромембранная установка Р EDR-Z

Fig. 2. Laboratory electromembrane unit P EDR-Z

Под действием создаваемого электрического поля катионообменные и анионообменные мембраны пропускают через себя катионы и анионы. Процесс электролиза представляет собой движение катионов к катоду, а анионов к аноду под действием постоянного электрического тока в растворе.

На пути движения ионов устанавливаются ионообменные мембраны, катионная и анионная, пропускающие только один вид ионов, и через поры мембран перемещаются только соответствующие ионы электролитов, а сахаристые вещества патоки (глюкоза, фруктоза, сахароза и др.), являясь электронейтральными, остаются в растворе, из которого происходит удаление солей и за счет этого достигается его очистка. За счет чередования ионообменных мембран паточный сироп разделяется на дилуат (очищенный раствор) и концентрат.

Далее по показателям изменения электропроводимости рассчитывали степень деминерализации ( $D$ , %) по формуле:

$$D = \frac{\Pi_1 - \Pi_2}{\Pi_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $\Pi_1$  — начальная проводимость дилуата, мСм/см;  $\Pi_2$  — конечная проводимость дилуата, мСм/см.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные экспериментальные исследования показали, что при работе баромембранной установки возникает интенсивное пенообразова-

ние, для исключения которого подобран наиболее эффективный силиконовый пеногаситель «Софэксил 15-20».

В результате проведенных исследований установлены рациональные параметры и пределы концентрирования соковых вод картофеля на УФ-мембране (размер пор 20 кДа), обеспечивающие устойчивую работу установки и максимальное содержание белковых компонентов картофеля в ультраконцентрате, равное 3,3% при исходном содержании белков перед ультрафильтрацией равным 1,38%: рабочее давление в установке  $P = 8$  бар, время обработки  $t = 120$  мин, расход пеногасителя 16 мл на 10 л сырья (рисунок 3).

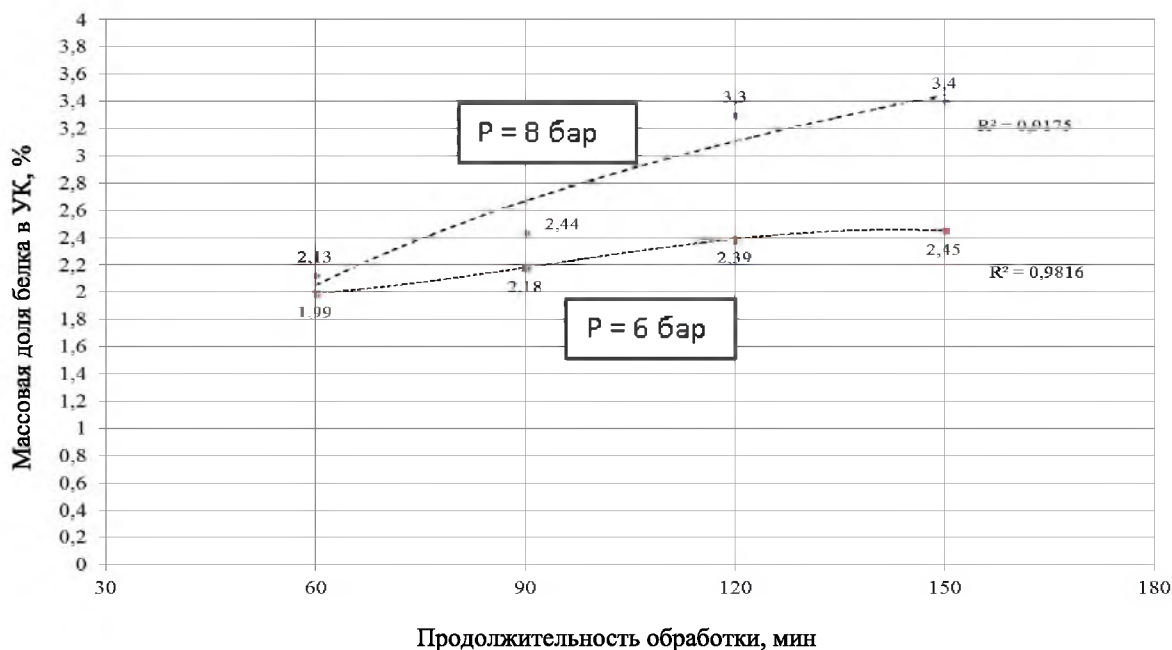


Рис.3. Зависимость массовой доли белка в ультраконцентрате от параметров рабочего давления в баромембранной установке и времени обработки

Fig. 3. Dependence of the mass fraction of protein in the ultraconcentrate on the operating pressure parameters in the baromembrane unit and processing time

Установлены рациональные параметры и пределы концентрирования соковых вод картофеля на НФ-мембране (размер пор 0,25 кДа), обеспечивающие устойчивую работу установки и максимальное содержание белковых компонентов картофеля в наноконцентрате, равное 4,2% при исходном содержании белков перед нанофильтрацией равным 0,73%: рабочее давление в установке  $P = 15$  бар; время обработки  $t = 120$  мин; расход пеногасителя 28 мл на 10 л сырья. При этом зависимости массовой доли белка от продолжительности обработки при различных давлениях имели аналогичный характер с графическими зависимостями, представленными на рис. 3.

Дальнейшее увеличение продолжительности концентрирования сырья (более 120 минут обработки) являлось нецелесообразным из-за незначительного увеличения массовой доли белка, а также из-за повышенного расхода пеногасителя, связанного с нагреванием сырья до 39 °С и более.

Помимо этого, проведенные исследования позволили установить, что около 60,2 % белка, содержащегося в соковой воде, осветленной при помощи сепаратора, имеет размер  $> 20$  кДа, около 28% имеет размер 0,2 кДа — 20 кДа и 1,2% белковых компонентов имеют размер  $\leq 0,2$  кДа.

На основании полученных результатов сформированы рекомендации по баромембранному извлечению белковых компонентов из жидких отходов картофелекрахмальных производств. Полученный белковый концентрат с массовой долей сухих веществ 10–12% (около 50% которых составляют белки) совместно с образующимися на предприятии отходами — отжатой мезгой, содержащей значительное количество компонентов углеводного происхождения, а также с мелкой мезгой и белковыми включениями, полученными после предварительной очистки перед баромембранным разделением, можно использовать для кормовых целей. Образующийся после мембранной обработки фильтрат можно будет сбрасывать в ка-

нализационные сети либо использовать в качестве оборотной воды для мойки или гидротранспортирования картофеля.

На следующем этапе исследований изучены возможности применения мембранных технологий для очистки паточных сиропов. На рис. 4 представлены зависимости проводимости паточных сиропов и патоки от продолжительности обработки в лабораторной электромембранной установке.

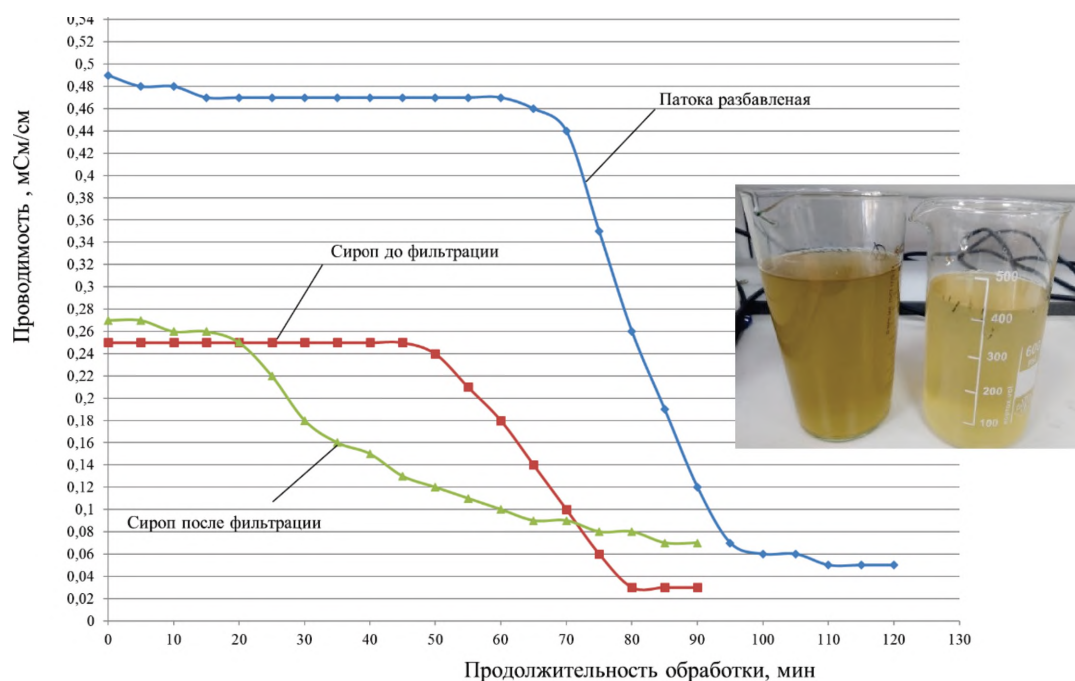


Рис. 4. Зависимость проводимости патоки и паточных сиропов от продолжительности обработки  
Fig. 4. Dependence of the conductivity of molasses and treacle syrups on the duration of treatment

На основании проведенных исследований установлены рациональные параметры электро-мембранной обработки: напряжение 20 В, продолжительность обработки 80 - 85 мин. При этом происходит снижение проводимости и, соответственно, повышается степень деминерализации: для паточного сиропа до фильтрации — до 88%, паточного сиропа после фильтрации — до 74%, патоки — до 90%. В результате обработки снижается цветность и улучшается осветленность у обрабатываемого сырья: у паточных сиропов до фильтрации на 45%, у паточных сиропов после фильтрации на 55%, у патоки на 59%.

Далее были исследованы основные физико-химические показатели, минеральный и кислотный состав паточных сиропов, концентрата и дилуата. Установлено, что при электродиализной обработке происходит снижение содержания минеральных веществ в осветленной фракции (дилуате) на 80-90%, снижение массовой доли аминокислот до 85%, уменьшение содержания органических кислот до 28%, снижение содержания общей золы до 43%, уменьшение содержания нитратов более чем на 20%, что положительно влияет на их осветление.

Проведение данной обработки позволяет улучшить органолептические и технологические показатели патоки и паточных сиропов без применения химических реагентов, а также может исключить в технологическом процессе производства патоки крахмальной использование вакуум-фильтров с фильтрационными средами и аппаратов с ионообменными смолами для деминерализации и обесцвечивания паточных сиропов, снизить степень загрязнения производственных стоков из-за отсутствия необходимости утилизации отработанных реагентов.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлена целесообразность использования баромембранных технологий для извлечения белковых компонентов из жидких отходов крахмального производства, сформированы рекомендации по использованию полученного белкового концентрата для кормовых целей. Помимо этого выявлена перспективность применения электро-мембранной обработки для улучшения цветности паточных сиропов и патоки крахмальной, что может расширить возможности ее использования для различных видов пищевых продуктов, улучшить экологическую ситуацию на предприятии.

**Список использованных источников**

1. *Трегубов, Н. Н.* Технохимический контроль крахмалопаточного производства/ Н.Н. Трегубов, В.Г. Костенко. — М.: Агропромиздат, 1991. — 264 с.
2. Картофельный белок [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://foodcom.pl>. — Дата доступа: 24.01.2024 г.
3. *Бугаенко, И. Ф.* Принципы эффективного сахарного производства / И.Ф. Бугаенко — М.: ООО «Ин-машпроект», 2003. — 285 с.
4. Оптимизация процесса фильтрации картофельного сока с применением керамических мембран [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-protssessa-filtratsii-kartofelnogo-soka-s-primeneniem-keramicheskikh-membran> — Дата доступа: 25.01.2024 г.
5. Методы электромембранного разделения растворов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2007/k\\_Lazarev1.pdf](https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2007/k_Lazarev1.pdf) — Дата доступа: 25.01.2024 г.

**Информация об авторах**

*Куликов Алексей Валентинович*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [ont\\_i\\_t@mail.ru](mailto:ont_i_t@mail.ru)

*Данилюк Александр Сергеевич*, научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [newteh@belproduct.com](mailto:newteh@belproduct.com)

*Зайченко Дмитрий Александрович*, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной и инновационной работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Садовский Александр Аркадьевич*, кандидат технических наук, начальник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

**Information about the authors**

*Kulikov Alexey Valentinovich*, PhD (Engineering), Senior Researcher of the Department of New Technologies and Engineering of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [ont\\_i\\_t@mail.ru](mailto:ont_i_t@mail.ru)

*Danilyuk Alexander Sergeevich*, Researcher of the Department of New Technologies and Engineering of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [newteh@belproduct.com](mailto:newteh@belproduct.com)

*Zaichenko Dmitry Alexandrovich*, PhD (Engineering), Deputy General Director for Scientific and Innovative Work of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Sadovsky Alexander Alexandrovich*, PhD (Engineering), Department head of New Technologies and Engineering of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)