

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  
№3(65)  
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 20.09.2024.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 354.

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, №3(65) 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, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor

## Editorial council:

**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

**Gusakov Gordey Vladimirovich** — Director of the Republican Unitary Enterprise "Institute of the Meat and Dairy Industry", PhD of Economical Sciences

**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

**Zaichenko Dmitry Aleksandrovich** — Deputy General Director for Scientific and Innovation Work 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

**Komarova Natalya Viktorovna** — Deputy General Director for Research and Standardization 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

**Laptenok Natalya Sergeevna** — director of the research and production republican subsidiary unitary enterprise "Beltekhnohleb", PhD of Technical Sciences

**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

**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

**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

**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

**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

**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  
№3(65)  
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 20.09.2024  
Format 60x84/8. Offset paper.  
NewtonC type. Offset printing.  
Printed pages 11,16.  
Publisher's signatures 12,80.  
Circulation 100 copies. Order 354.  
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 З. В.</b> Научное сопровождение развития пищевой промышленности.....	6
<b>Петюшев Н. Н., Евтушевская Л. В., Усеня Ю. С., Уложина М. Ю., Гоман Д. И., Шимановская Ю. А.</b> Низкобелковые продукты питания на рынке Республики Беларусь.....	11
<b>Никулина О. К., Яковлева М. Р., Колоскова О. В., Дымар О. В.</b> Разработка способа получения сахара на основании научно-технологических аспектов очистки полупродуктов сахарного производства с использованием электромембранной обработки.....	17
<b>Томашевич С. Е., Пчельникова А. В.</b> Технология производства молочного шоколада с жировой начинкой на основе масла ши и масла какао.....	24
<b>Ловкис З. В., Павлова О. В., Колесник И. М., Трусова М. М.</b> Активность хитозана для устранения биологических помутнений в продуктах плодового виноделия.....	32
<b>Жакова К. И., Пчельникова А. В., Бабодей В. Н.</b> Исследование влияния рецептурного состава на показатели окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа.....	41
<b>Мазур А. М., Таразевич Е. В., Петюшев Н. Н.</b> Экологическая безопасность предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье.....	49
<b>Давыдова Е. А., Гузкова Ю. А., Чуешков В. В.</b> Перспективы развития института географических указаний сыров в Республике Беларусь.....	56
<b>Силич М. В., Козельцева Е. И.</b> Мониторинг мясной продукции по показателям безопасности.....	61
<b>Моргунова Е. М., Вышников О. В.</b> Исследование возможности разработки технологии медовых напитков на основе тритикалиевого солода.....	69
<b>Красовская Е. С., Почичкая И. М., Алексеенко М. С.</b> Изучение биологически активных веществ, позволяющих прогнозировать функциональные свойства паст и паштетов рыбных с фукусом.....	76
<b>Ловкис З. В., Корзан С. И., Балбуцкая Е. П.</b> Хранение расфасованного сыра полутвердого в различных видах упаковки.....	86
<b>Лилишенцева А. Н., Кривко И. В., Петухов М. М.</b> Антоцианы как компоненты рациона человека.....	94

**CONTENTS**

<b>Lovkis Z. V.</b> Scientific support for the development of the food industry.....	6
<b>Petyushev N. N., Evtushevskaya L. V., Usenya Yu. S., Ulozhinova M. Yu., Goman D. I., Shymanouskaya Yu. A.</b> Low-protein food products on the market of the Republic of Belarus .....	11
<b>Nikulina O. K., Yakovleva M. R., Koloskova O. V., Dymar O. V.</b> Development of a sugar producing method based on scientific and technological aspects of purifying intermediate products of sugar production by use of electromembrane processing .....	17
<b>Tamashevich S. E., Pchelnikova A. V.</b> Technology for producing milk chocolate with fat filling based on shea butter and cocoa butter .....	24
<b>Lovkis Z. V., Pavlova O. V., Kolesnik I. M., Trusova M. M.</b> Activity of chitosan for the elimination of biological hazards in fruit wine products .....	32
<b>Zhakova Ch. I., Pchelnikova A. V., Babodey V. N.</b> Research of the influence of the recipe composition on the oxidative stability of direct type emulsion products.....	41
<b>Mazur A. M., Tarazevich E. V., Petyushev N. N.</b> Environmental safety of enterprises processing agricultural raw materials .....	49
<b>Davidova E. A., Huzkova Y. A., Chueshkov V. V.</b> Development prospects of the institute of geographical indications of cheese in the Republic of Belarus.....	56
<b>Silich M. V., Kozeltsava E. I.</b> Monitoring of meat products according to safety indicators .....	61
<b>Marhunova A. M., Vyshnikova O. V.</b> Investigation of the possibility of developing a technology for honey drinks based on triticale malt.....	69
<b>Krasovskaya E. S., Pochitskaya I. M., Alekseenko M. S.</b> The study of biologically active substances that make it possible to predict the functional properties of fish pastes and pates with fucus .....	76
<b>Lovkis Z. V., Korzan S. I., Balbutskaya E. P.</b> Storage of packaged semi-hard cheese in various types of packaging.....	86
<b>Lilishentseva A. N., Krivko I. V., Petukhov M. M.</b> Anthocyanins as components of the human diet.....	94

УДК 664

Поступила в редакцию 22.01.2024  
Received 22.01.2024**З. В. Ловкис***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аннотация.** Достигнутые успехи в развитии пищевой промышленности и обеспечении продовольственной безопасности Республики Беларусь зависят в первую очередь от кадровой политики нашего государства. Организованная подготовка кадров — специалистов-технологов среднего и высшего звена, ученых — дала продолжительные результаты. Анализ динамики развития отрасли показывает, что производство основных востребованных групп продуктов и экспорт пищевой продукции находятся в прямой корреляционной зависимости от уровня научного обеспечения (подготовки кадров высшей квалификации, разработанных ими технологий, методик, стандартов, новых продуктов). Важно не упустить данный элемент при прогнозировании очередного этапа развития пищевой промышленности и страны.

**Ключевые слова:** пищевая промышленность, кадры высшей квалификации, динамика производства, экспорт.

**Z. V. Lovkis***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***SCIENTIFIC SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF THE FOOD  
INDUSTRY**

**Abstract.** The successes achieved in the development of the food industry and ensuring food security of the Republic of Belarus depend primarily on the personnel policy of our state. Organized training of personnel - mid- and high-level technologists, scientists has yielded long-term results. Analysis of the dynamics of the industry’s development shows that both the production of the main in-demand product groups and the export of food products are in direct correlation with the level of scientific support (training of highly qualified personnel, technologies, methods, standards, new products developed by them). It is important not to miss this element when forecasting the next stage of development of the food industry and the country.

**Keywords:** food industry, highly qualified personnel, production dynamics, export.

**Введение.** Пищевая промышленность Беларуси представляет собой совокупность отраслей, состоящих из разнопрофильных предприятий, которые объединяются, с одной стороны, технологическими и хозяйственными взаимоотношениями, с другой — связью с сельским хозяйством, торговлей и т.д. От эффективности работы пищевой промышленности во многом зависит решение задачи обеспечения населения высококачественными продуктами питания в объемах и ассортименте, достаточных для формирования правильного и сбалансированного рациона питания. Одновременно, пищевая промышленность оказывает самое прямое воздействие на развитие сельского хозяйства, являясь основным потребителем растениеводческой и животноводческой продукции. Успехи, достигнутые в Республике Беларусь, на стадии переработки и производства продуктов здорового питания заложены в кадровой политике нашего государства [1, 2].

Единственным профильным вузом по подготовке специалистов с высшим образованием для пищевой промышленности в Республике Беларусь является Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий. Инженеров по некоторым специальностям готовят Белорусский государственный технологический университет, Брестский государственный

ный технический университет, Гродненский государственный аграрный университет, Белорусский государственный аграрный технический университет.

Специалистов со средним специальным и профессионально-техническим образованием по специальности «Технология пищевых производств» по различным направлениям готовят в Барановичском технологическом колледже Белкоопсоюза, Молодечненском государственном политехническом колледже, Могилевском государственном технологическом колледже, Витебском индустриально-педагогическом колледже; по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» — в Молодечненском государственном политехническом колледже и Пинском государственном аграрно-техническом колледже; по специальности «Технология переработки растительного и животного сырья (технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметической продукции)» — в Минском государственном областном колледже; по специальности «Мехатроника (производство пищевых продуктов) и по ряду других специальностей пищевой промышленности — в Гомельском государственном профессиональном многопрофильном лицее; по специальности «Технология хранения и переработки растительного и животного сырья» — в Слуцком государственном колледже; «Технология хранения и переработки животного сырья (молоко и молочные продукты)» — в Оршанском государственном колледже продовольствия; по специальности «Производство, хранение и переработка продукции растениеводства» — в Минском государственном областном колледже и Жиличском государственном сельскохозяйственном колледже.

Подготовка кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) проводится в учебных заведениях Министерства образования и Министерства сельского хозяйства Республики Беларусь и научно-исследовательских институтах НАН Беларуси.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При создании БелНИИ пищевой промышленности (2001 г.) одной из главных задач была подготовка научных кадров высшей квалификации с целью научного сопровождения дальнейшего развития пищевой промышленности. В институте была открыта аспирантура и ученый совет по защите кандидатских диссертаций.

За 2005–2024 гг. полный курс обучения в аспирантуре прошли 70 человек. Выпускниками аспирантуры успешно защищена 41 кандидатская диссертация. За период с 2006 г. по 2020 г. 14 аспирантам выделен грант НАН Беларуси на выполнение научно-исследовательских работ докторантами и аспирантами.

Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию ведет подготовку научных кадров высшей квалификации и для сторонних заказчиков: УО «Гродненский государственный аграрный университет», УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», ГП «Белтехнохлеб», УО «Полесский государственный университет», УО «Белорусский государственный экономический университет».

Подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре центра по продовольствию ведется по специальностям:

- ♦ 05.18.01 — технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства;
- ♦ 05.18.07 — биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ;
- ♦ 05.18.12 — процессы и аппараты пищевых производств;
- ♦ 05.18.15 — технология и товароведение пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания.

С целью повышения творческой научной активности молодых ученых различных подразделений РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ежегодно осуществляется организация и проведение научных конференций, семинаров, форумов, круглых столов, конгрессов, выдвижение научных работ молодых ученых, аспирантов на соискание республиканских премий, для участия в республиканских и международных конкурсах (конкурсах по назначению стипендий Президента аспирантам дневной формы обучения, талантливым молодым ученым); организованы курсы иностранного языка, которые проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» для сотрудников организации. Молодые ученые принимают участие в конкурсах Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, конкурсах на получение грантов аспирантам; осуществляется содействие в публикациях лучших работ молодых ученых в белорусских и зарубежных научных изданиях с высоким рейтингом цитирования, импакт-фактором.

Аспирантам дневной формы обучения, которые по результатам текущей аттестации успешно выполнили индивидуальные планы диссертационной работы, назначается процентная надбавка к стипендии. Профессиональному росту молодых ученых способствует также расширение и внедрение результатов научных исследований, стимулирование научной деятельности молодых ученых надбавками, доплатами.

Сотрудники РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» проходят обучение в Университете НАН Беларуси в форме соискательства для сдачи кандидатских экзаменов и зачетов по общеобразовательным дисциплинам за счет средств организации.

Анализ тематик диссертаций, выполняемых в Центре по продовольствию, показывает, что преобладающее большинство работ соответствует утвержденному перечню приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь и осуществляется в рамках заданий государственных программ научных исследований и исследовательских грантов.

Исследования аспирантов и докторантов способствовали выполнению ряда проектов, внедрение которых позволило развивать высокотехнологические производства [5, 6]:

- ♦ разработаны и внедрены технологии замораживания, мембранные технологии, электродиализ, безотходные технологии и глубокая переработка сырья, двухстадийная сушка;
- ♦ новые технологические, биотехнологические и биохимические операции, применение вспомогательных материалов (хитозан, озон и т.д.);
- ♦ технологии переработки сырья растительного происхождения, процессы и аппараты для их осуществления (повышение эффективности процесса измельчения и разделения по размеру на мембранных фильтровальных установках; подготовка пищевых технологических смесей с разработкой и обоснованием параметра аппаратов смесителей и классификаторов; моечных машин);
- ♦ созданы и внедрены импортозамещающие и ресурсосберегающие технологии: получения растительных и функциональных напитков, рыбных продуктов, консервов для детского питания, жележных продуктов, продуктов персонализированного питания, низкобелковых продуктов, ароматизированных вин, экструдированных сухих завтраков, продуктов для детского питания с высокой пищевой и биологической ценностью; разработан широкий ассортимент продуктов питания для детей до трех лет, школьного возраста на молочной, овощной и мясной основе; чайных напитков для детей дошкольного и школьного возраста, сбалансированных по витаминному составу [4];
- ♦ созданы технологии новых видов гарнирных и диабетических консервов;
- ♦ усилен контроль качественного состава продуктов питания на основе разработанных методов испытаний и методик;
- ♦ технологии продуктов питания функционального и профилактического назначения (технология производства мучных кондитерских изделий специализированного назначения; технология производства батончиков-мюсли для диетического профилактического питания; технология производства и оценка потребительских свойств специализированных пищевых продуктов для профилактики остеопороза);
- ♦ технология производства и оценка потребительских свойств продуктов, обогащенных биологически активными веществами;
- ♦ технология и товароведная оценка функциональных свойств и потребительских предпочтений продуктов, сбалансированных по белково-углеводному составу;
- ♦ технологии переработки отходов пищевых производств (совершенствование технологии производства фруктовых дистиллятов путем глубокой переработки вторичных сырьевых ресурсов; технология переработки отходов барды и картофеля для производства комбикормов; технология получения комплексного пищевого продукта из гидролизата пивных дрожжей).

Результат работы РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» по подготовке научных кадров высшей квалификации, развитию научной составляющей и пищевой промышленности приведены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика научного обеспечения и развития пищевой промышленности  
Table 1. Dynamics of scientific support and development of the food industry

Анализируемые показатели	Годы				
	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2024
Работающих научных сотрудников, чел.	89	95	98	80	78
из них кандидатов наук, чел.	14	17	23	28	24
среднегодовое количество обучающихся аспирантов и соискателей, чел.	15	22	22	18	8
Защищено:	2	6	9	16	10
кандидатских диссертаций					
докторских диссертаций	-	-	1	1	1
Разработано и внедрено ТНПА	12	47	70	165+124	107

Подготовка кадров высшей квалификации находится в прямой корреляционной зависимости с объемами производства и экспорта продовольственных товаров (табл. 2, 3).

Так, если в 2006 году в структуре производства промышленной продукции доля пищевой промышленности составила 15,9%, занимая третье место по величине после машиностроения и металлообработки (23,8%) и топливной промышленности (21,8%), то уже в 2020 году пищевая промышленность занимала первое место (29,4%) в общем объеме производства [3, 8, 9]. Значительная роль в достижениях пищевой промышленности принадлежит науке.

Таблица 2. Производство отдельных видов продуктов питания по годам, тыс. тонн  
Table 2. Production of individual types of food products by year, thousand tons

Виды продукции	Годы				
	2005	2009	2014	2019	2021
Мясо и субпродукты мясные	470,0	699,2	947,0	1175,6	1191,7
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко)	1122	1306	1936	1995,2	2052,3
Масло сливочное	85	116	106,7	115,8	119,7
Сыр и творог	65,1	121,5	166,7	274,5	298,3
Флодоовощные консервы	67,0	103,8	155,8	151,0	158,7

Таблица 3. Динамика экспорта продовольственных товаров Республики Беларусь  
Table 3. Dynamics of food exports of the Republic of Belarus

Анализируемый показатель	Годы					
	2005	2009	2014	2019	2022	2023
Экспорт, млн. долл. США	1,28	1,6	4,4	5,54	8,3	7,4

На рис.1 представлены интегральные кривые показателей работы по научному сопровождению развития пищевой промышленности.

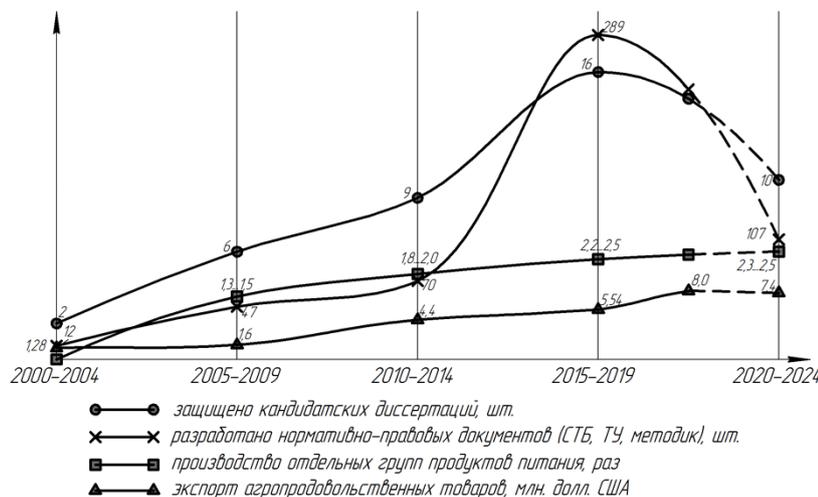


Рис. 1. Показатели работы по научному сопровождению развития пищевой промышленности  
Fig. 1. Performance indicators for scientific support of development of the food industry

Динамичное развитие производства продуктов питания стало результатом целенаправленной работы как органов государственного управления по решению возникающих проблем, так и научного обеспечения развития отрасли. В настоящее время развитию пищевой промышленности уделяется серьезное внимание на общереспубликанском, отраслевых и региональных уровнях.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» предстоит работа по созданию и применению технологий углубленной переработки сырья растительного и животного происхождения, созданию продуктов питания функциональной направленности, разработки продуктов персонализированного питания, совершенствования и внедрения новых методов и методик контроля качества пищевых продуктов.

Перспективным направлением является создание продуктов «здорового питания»:

- ♦ специализированных продуктов для целевых групп населения (в зависимости от возраста, физиологических особенностей, образа жизни, физической активности, района проживания и т.п.), обогащенных микронутриентами, витаминами и минералами, с пониженным содержанием сахара, соли, жира;
- ♦ технологий производства замороженных и сушеных полуфабрикатов, для их применения при приготовлении первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления;
- ♦ разработки и совершенствования узлов и машин для мойки, сушки, дозирования, смешивания, упаковки с целью снижения потерь сырья, повышения производительности и качества;
- ♦ совершенствование технологических приемов производства, направленное на улучшение качества выпускаемых продуктов за счет применения щадящих методов обработки с максимальным сохранением пищевой ценности сырья (соки прямого отжима с минимальной термической обработкой, ферментированные плоды и овощи без добавления консервантов замороженные овощные смеси, подготовленные овощи-полуфабрикаты, в т.ч. в вакуумной упаковке, консервы без добавления сахара);
- ♦ разработка и создание новых стандартов, методов и методик определения показателей, формирующих качество продуктов питания.

**Заключение.** Для развития пищевой промышленности Республики Беларусь, устойчивого развития производства и экспорта продуктов питания была организована активная подготовка кадров высшей квалификации, что позволило опережающими темпами разработать и внедрить нормативные, технологические проекты и рецептуры, произвести востребованные продукты питания и вывести их на рынки.

Однако полученные данные и интегральные показатели свидетельствуют о необходимости незамедлительного действия по подготовке следующего этапа развития: подготовке кадров высшей квалификации, разработке новых технологий и продуктов.

#### Список использованных источников

1. Мониторинг продовольственной безопасности — 2022: с учетом социально-экономических факторов / В. Г. Гусаков [и др.]; Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2023. — 261 с.
2. Продовольственная безопасность Республики Беларусь: новые вызовы и возможности: материалы круглого стола (Минск, 18 октября 2023 г.). — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2024. — 154 с.
3. Промышленность Республики Беларусь: статистический сборник / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. С. Кангро (пред.) и др.— Минск, 2021. — 52 с.
4. Ловкис, З. В. Детское питание: наука, технологии, продукты / З. В. Ловкис. — Минск: ИВЦ Минфина, 2023. — 355 с.
5. Ловкис З. В. Центр по продовольствию: от истоков до современности / З.В. Ловкис [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2021 — 373 с.
6. Эффективные технологии производства свекловичного сахара / О. К. Никулина [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2023. — 302 с.
7. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 01.07.2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/trcu/371033> — Дата доступа: 01.08.2024.
8. Беларусь в цифрах: стат. справ. — Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2023. — 61 с.
9. Пилипук А. В. О продбезопасности, импортозамещении и производстве продуктов питания нового поколения [Электронный ресурс] / А.В. Пилипук. — Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/o-prodbezopasnosti-importozameschenii-i-proizvodstve-produktov-pitanija-novogo-pokolenija-8648/>. — Дата доступа: 30.07.2024.

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь).  
E-mail: [lovkis\\_zv@mail.ru](mailto:lovkis_zv@mail.ru)

#### Information about the authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Academic of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Republic of Belarus, chief Researcher 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: [lovkis\\_zv@mail.ru](mailto:lovkis_zv@mail.ru)

УДК 664.22:665.1

Поступила в редакцию 14.06.24  
Received 14.06.24

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

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

## **НИЗКОБЕЛКОВЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация:** Создание специализированных и лечебных продуктов питания имеет важное значение в профилактике и диетотерапии при различных заболеваниях. Фенилкетонурия — заболевание, при котором диетотерапия является единственным методом лечения. В Республике Беларусь ежегодно рождается 15–20 детей с таким заболеванием. Расширение ассортимента продуктов для людей, больных фенилкетонурией, является важной задачей при организации их питания. В статье представлены результаты исследования рынка низкобелковых товаров и разработки технологии производства.

**Ключевые слова:** специализированные пищевые продукты, низкобелковые продукты, фенилкетонурия, крахмал, переработка картофеля.

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

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

## **LOW-PROTEIN FOOD PRODUCTS ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Abstract.** The creation of specialized and medicinal food products is important in the prevention and dietary therapy for various diseases. Phenylketonuria is a disease for which diet therapy is the only treatment method. In the Republic of Belarus, 15–20 children are born annually with this disease. Expanding the range of products for people with phenylketonuria is an important task in organizing their nutrition. The article presents the results of a study of the low-protein products market and the development of production technology.

**Keywords:** specialized foods, low-protein products, phenylketonuria, starch, potato processing.

**Введение.** Редкое заболевание фенилкетонурия (ФКУ) — одна из форм наследственных дефектов обмена аминокислот, из-за которого аминокислота фенилаланин (ФА), поступающая в организм с пищевым белком, не может превращаться в тирозин, как это бывает в норме. В результате фенилаланин и его производные с самого рождения накапливаются в тканях и органах малыша, оказывая токсическое воздействие на нервную систему и являясь причиной умственной отсталости у детей [1, 2].

В норме в организме протекает большое количество биохимических реакций. Все они находятся под контролем особых белков-ферментов, которые кодируются генами. Некоторые из ферментов нуждаются в своей работе в присутствии помощников — кофакторов. Часто эти кофакторы являются более простыми по строению молекулами, многие относятся к витаминам.

Основная реакция метаболизма ФА осуществляется ферментом фенилаланингидроксилазой. В качестве помощника выступает особая молекула — тетрагидробиоптерин. Чтобы синтезировать этот кофактор, нужна работа целой группы ферментов: 6-пирувоилтетрагидроптеринсинтетаза, дигидроптеридинредуктаза, ГТФ-циклогидролаза-I и другие. В организме

большого ФКУ нарушается или работа фенилаланингидроксилазы (ФАГ) (чаще всего), или работа ферментов, необходимых для синтеза тетрагидробиоптерина (рис. 1).

Наиболее часто встречается классическая форма ФКУ I типа (97–98%). Она обусловлена дефицитом фермента фенилаланингидроксилаза (ФАГ), ведущим к накоплению фенилаланина и продуктов его распада в биологических жидкостях. Заболевание вызвано мутацией гена фенилаланингидроксилазы (РАН).

Фенилкетонурия II типа обусловлена дефицитом дигидроптеридинредуктазы (QDPR), которая нарушает восстановление тетрагидробиоптерина. Рано начатое лечение способствует нормализации ФА в крови, однако не предупреждает появление клинической симптоматики, которая развивается в начале второго полугодия жизни.

Фенилкетонурия III типа связана с недостаточностью пирувоилтетрагидроптеринсинтазы (PTS), участвующей в процессе синтеза тетрагидробиоптерина. Развивающиеся при этом расстройства сходны с нарушениями при ФКУ II типа.

Птерин-зависимая форма ФКУ (тип II, III и др.) составляет около 2% [5–7].

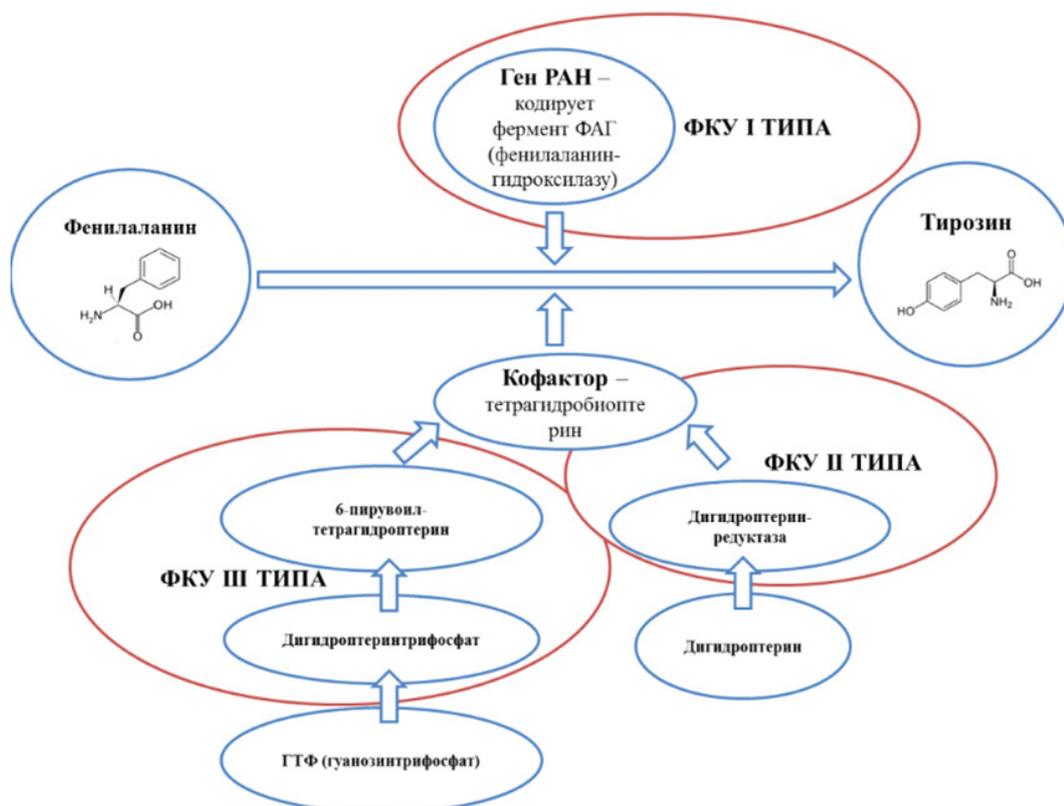


Рис. 1. Биохимические изменения при ФКУ  
Fig. 1. Biochemical changes in PKU

Республика Беларусь стала первой республикой СССР, в которой в 1978 г. был внедрен массовый скрининг на ФКУ. За период проведения только этой программы обследовано более 4 миллионов новорожденных. Практически 98% всех продуктов, которые употребляют обычные люди, для больных фенилкетонурией являются ядом. Их рацион достаточно скудный, в основном это 5 видов овощей, исключая бобовые, и аминокислотные смеси. Запрещены к употреблению молочные продукты, мясо, макароны, крупы, хлеб, рыба, яйца [8–10].

Немного разнообразить свое меню люди с данными заболеваниями могут специальными низкобелковыми продуктами на крахмальной основе. Однако на территории Беларуси рынок низкобелковой продукции представлен в основном импортными специализированными низкобелковыми и частично свободными от фенилаланина продуктами, которые доступны в специализированных торговых точках в ограниченном ассортименте и зачастую имеют завышенную цену [11–14].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проанализирован ассортимент 11 предприятий, выпускающих 212 наименований различной низкобелковой безглютеновой продук-

ции на основе крахмала для людей больных целиакией, фенилкетонурей, почечной недостаточностью. Из представленных продуктов: 26 наименований производится в Республике Беларусь, 87 наименований — в Российской Федерации, 99 — другими зарубежными производителями. Основу ассортимента составляют: макаронные изделия, сухие смеси для выпечки, низкобелковые каши, печенье, хлебобулочные изделия. Однако были и оригинальные продукты: заменители мяса и рыбы, сосиски и чипсы, сушки, крендельки [15] (рис. 2).



Рис. 2. Ассортимент низкобелковой безглютеновой продукции  
Fig. 2. The range of low-protein gluten-free products

Следующим этапом исследования было изучение потребительских предпочтений среди людей с диагнозом фенилкетонурия в отношении низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов. Объем выборки составил 220 респондентов — жителей различных областей Республики Беларусь и потенциальных потребителей низкобелковой пищевой продукции.

Отмечено, что 49% респондентов очень часто сталкиваются с проблемой отсутствия в продаже низкобелковой пищевой продукции, часто сталкиваются либо иногда — 28,6% и 20,4% соответственно, и только 2% опрошенных никогда не сталкивались с данной проблемой [13] (рис.3).

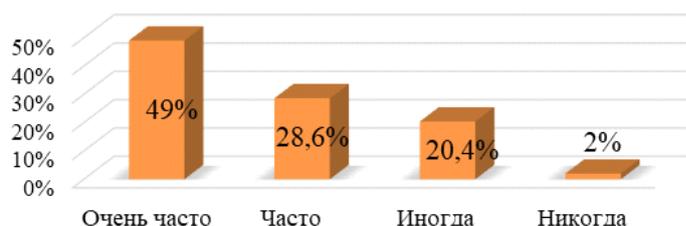


Рис. 3. Частота возникновения проблемы отсутствия продукции в продаже  
Fig. 3. Frequency of occurrence of the problem of lack of products on sale

Следующий вопрос анкеты ставил целью определить мнение потребителей относительно цен на низкобелковую продукцию. Согласно полученным результатам исследований, большинство опрошенных считают цены на продукцию рассматриваемого назначения неоправданно высокими — 83,7%, 16,3% респондентов — вполне приемлемыми, и никто из участников не считает цены на данную продукцию достаточно низкими [13].

Для решения вопроса импортозамещения и обеспечения доступной по цене и качественной отечественной продукцией специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработан ассортимент низкобелковых пищевых продуктов с пониженным содержанием фенилаланина для употребления всеми группами населения.

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработаны специализированные продукты питания для людей с дефицитом фенилаланингидроксилазы (рис. 4) [3, 4]:

- ♦ изделия макаронные низкобелковые;
- ♦ изделия макаронные низкобелковые с клетчаткой;
- ♦ концентрат пищевой гранулированный «Крупа низкобелковая гречневая»;
- ♦ концентрат пищевой гранулированный «Крупа низкобелковая кукурузная»;
- ♦ концентрат пищевой. Каша сухая низкобелковая гречневая с изюмом;
- ♦ концентрат пищевой. Каша сухая низкобелковая кукурузная с яблоком;
- ♦ продукт сухой картофельный низкобелковый «Пюре картофельное»;
- ♦ продукт сухой картофельный низкобелковый «Клецки картофельные»;
- ♦ смесь сухая низкобелковая «Кекс ароматный»;
- ♦ смесь сухая низкобелковая «Печенье особое»;
- ♦ 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.



Рис. 4. Ассортимент низкобелковой продукции  
Fig. 4. The range of low-protein products

В состав низкобелковых продуктов входят крахмалы различных видов, пищевые волокна, пектин, лецитин, гречневая, кукурузная крупы, сушеные яблоки, виноград, пюре картофельное сухое, овощные порошки, меланж, ванилин. Продукты не содержат искусственных ароматизаторов и красителей.

Ингредиенты, входящие в состав низкобелковой продукции, дополнительно оказывают благотворное воздействие на организм человека. В частности, лецитин — фосфолипид, который помогает улучшить сон, снять стресс и беспокойство, уменьшает воспаление, нормализует липидный обмен и улучшает функцию печени. Пектин — пищевое волокно, способствующее нормализации моторики кишечника, липидного профиля, снижению уровня сахара в крови и риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Растворимая пшеничная клетчатка — натуральный пребиотик, обеспечивающий рост специфической полезной микрофлоры кишечника и способствующий активизации метаболизма, улучшая общее состояние здоровья. Куркума — специя, которая содержит в своем составе основное активное вещество — куркумин. Куркумин, обладая мощным противовоспалительным и антиоксидантным действием, способствует профилактике болезней сердца, рака, метаболического синдрома и различных дегенеративных состояний, улучшает работу головного мозга и снижает риски развития различных заболеваний, включая депрессию и болезнь Альцгеймера.

Разработанные макаронные изделия низкобелковые содержат не более 1% белка в пересчете на сухое вещество и изготавливаются из крахмала (90 %) и воды с добавлением пищевых волокон, куркумы молотой и других компонентов.

В составе разработанных макаронных изделий и снеков отсутствуют пшеница, рожь, ячмень, овес и компоненты, полученные их скрещиванием, а уровень глютена не превышает 20 мг/кг, соответственно такие макаронные изделия можно употреблять людям, страдающим целиакией.

Низкобелковые пищевые продукты содержат до 1 г белка и не более 50–70 мг фенилаланина в 100 г готового к употреблению продукта (порции) и разработаны с учетом физиологических потребностей людей, страдающих фенилкетонурией.

**Заключение.** Разработка новых видов низкобелковых пищевых продуктов позволила укрепить продовольственную безопасность Республики Беларусь в области специализированного питания, повысить качество жизни людей и детей с дефицитом фенилаланингидроксилазы. Кроме того, комплексное использование результатов исследования способствовало снижению зависимости страны от импорта продукции за счет удовлетворения внутреннего спроса высококачественной продукцией (в том числе собственного производства), повышению конкурентоспособности продуктов детского питания на основе безопасного и качественного сырья, а также снижению финансовых затрат на питание рассматриваемой категории граждан Республики Беларусь.

### Список использованных источников

1. *Козубаева, Л. А.* Низкобелковое печенье для больных фенилкетонурией / Л. А. Козубаева, Е. А. Тузовская // Биотехнология и общество в XXI веке : сб. ст. / Алт. гос. ун-т ; редкол. : А. А. Ильичев [и др]. — Барнаул, 2015. — С. 185–188.
2. *Скворцов, И. А.* Развитие нервной системы у детей в норме и патологии / И. А. Скворцов, Н. А. Ермоленко. — М., 2003. — 368 с.
3. Патент №23016 «Способ получения пищевого продукта с низким содержанием фенилаланина», Ловкис З.В., Шилов В.В., Литвяк В.В., Белякова Н.И., Журня А.А., 2020 г.
4. *Ловкис З. В.* Детское специализированное питание для больных фенилкетонурией / З.В. Ловкис и др. // Пищевая промышленность. — 2021. — №6. — С.27–32.
5. Фенилкетонурия и нарушения обмена тетрагидробиоптерина. Клинические рекомендации. — М., 2016. — 45 с.
6. Клинические рекомендации по диагностике и лечению фенилкетонурии и нарушений обмена тетрагидробиоптерина. — «Академиздат», Москва. — 2014. — 70 с.
7. Tetrahydrobiopterin biosynthesis as a potential target of the kynurenine pathway metabolite xanthurenic acid / Н. Haruki [et al.] // *Biol. Chem.* — 2016. — Vol. 291, №2. — P. 652–657.
8. *Григель, А. И.* Особенности технологии производства низкобелковых продуктов питания / А. И. Григель // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, №4 (98). — С. 98–104.
9. *Ловкис, З. В.* Технология и аппараты низкобелковых продуктов питания / З. В. Ловкис, А. И. Григель // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов. Часть 1. — Минск: Беларуская навука. — 2021. — С. 153–160.
10. *Моргунова, Е. М.* Сенсорный анализ и контроль качества низкобелковых продуктов специализированного назначения / Е. М. Моргунова, Ю. А. Шимановская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — Т. 14, №2 (56). — С. 74 — 79.
11. *Петюшев, Н. Н.* Компонентный состав низкобелковых продуктов питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усеня // Наука, питание и здоровье: материалы II Международного конгресса (Минск, 3–4 октября 2019 г.). — Минск: Беларуская навука, 2019. — С. 179–184.
12. *Зайченко Д. А.* Разработка круп и каш низкобелковых для питания людей с дефицитом фенилаланингидроксилазы / Д.А. Зайченко, Н.Н. Петюшев, Л.В. Евтушевская и др. // Наука, питание и здоровье : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч 1 / под общ. ред. З.В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. — Минск: Беларуская навука, 2021. — С.125–133.
13. *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.
14. *Моргунова, Е. М.* Разработка низкобелковых смесей для выпечки мучных кондитерских изделий специализированного назначения / Е. М. Моргунова, Ю. А. Сорокина // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — №4 (54). — С. 12–16.
15. *Моргунова Е. М.* Исследование рынка и потребительских предпочтений низкобелковых безглютеновых продуктов / Е.М. Моргунова, М.Ю. Уложина // «Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг» : Сборник трудов по материалам II Международной научно-практической конференции (21–23 сентября 2023 г.) / под общ. ред. Масюткина Е. П.; науч. ред. Битютская О.Е. — Керчь: ФГБОУ ВО «КГМУ», 2023. С. 76–84.

16. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению фенилкетонурии. — Москва. — 2013. — 43 с.
17. *Горячко, А. Н.* Современные подходы к лечению фенилкетонурии и лейциноза (болезни кленового сиропа) : учеб.-метод. пособие / А. Н. Горячко. — Минск: БГМУ, 2011. — 26 с.

**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

*Уложнинова 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, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: goman1191@gmail.com

*Шимановская Юлия Александровна*, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции 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), senior researcher 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 Center 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 Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: goman1191@gmail.com

*Shymanouskaya Yulia Aleksandrovna*, Junior Researcher, Department of Alcohol and Non-Alcohol Products Technologies 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: yuliya.sorokina.96@bk.ru

УДК 664.1

Поступила в редакцию 22.07.2024  
Received 22.07.2024**О. К. Никулина<sup>1</sup>, М. Р. Яковлева<sup>1</sup>, О. В. Колоскова<sup>1</sup>, О. В. Дымар<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Представительство АО «МЕГА» в Республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь***РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ САХАРА НА ОСНОВАНИИ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОЧИСТКИ ПОЛУПРОДУКТОВ  
САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОЙ ОБРАБОТКИ**

**Аннотация.** В работе представлены исследования по изменению технологического качества полупродуктов сахарного производства и мелассы в результате электромембранной обработки, оценка эффективности данной обработки для разных полупродуктов сахарного производства. Предложены рациональные параметры процесса для различных полупродуктов: диффузионного сока разных степеней очистки, смеси сиропа с очищенным соком (или промежуточного сиропа), разбавленного оттока утфеля II кристаллизации и мелассы.

**Ключевые слова:** производство сахара, электромембранные технологии, электродиализ, эффект очистки, полупродукты сахарного производства.

**O. K. Nikulina<sup>1</sup>, M. R. Yakovleva<sup>1</sup>, O. V. Koloskova<sup>1</sup>, O. V. Dymar<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus***DEVELOPMENT OF A SUGAR PRODUCING METHOD BASED ON  
SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PURIFYING  
INTERMEDIATE PRODUCTS OF SUGAR PRODUCTION  
BY USE OF ELECTROMEMBRANE PROCESSING**

**Abstract.** The article presents research on changes in the technological quality of intermediate products of sugar production and molasses as a result of electromembrane treatment, and an assessment of the efficiency of this treatment for various intermediate products of sugar production. Rational process parameters are proposed for various intermediate products: diffusion juice of different purification level, a mixture of syrup with purified juice (or intermediate syrup), second effluent of second massecuite and molasses.

**Keywords:** sugar production, electromembrane technologies, electro dialysis, purification effect, intermediate products of sugar production.

**Введение.** В сахарном производстве каждый продукт по химическому составу представляет собой сложную систему, количественное соотношение компонентов которой меняется в широких пределах из-за целого ряда факторов в процессе производства сахара. При этом все эти компоненты в разной степени препятствуют получению кристаллической сахарозы и увеличивают потери ее с мелассой. Одной из важнейших задач технологии сахарного производства является максимальное удаление балластных компонентов из сахарных растворов. Для этого требуется проведение физико-химических процессов с использованием наиболее эффективных технологических приемов и средств. В связи с этим возникла необходимость поиска инновационных способов ведения процессов в сахарной промышленности [1–10].

Эффект очистки на сегодняшний день остается главным критерием эффективности очистки диффузионного сока, от которого зависят основные технологические показатели: выход

и качество сахара, содержание сахарозы в мелассе, расход извести, стабильность работы станции фильтрации, эффекты кристаллизации в продуктовом отделении и др. Сравнением чистоты диффузионного и свекловичного соков характеризуется эффект очистки сока на диффузии. Сравнивая чистоту диффузионного сока и сока II сатурации, судят об эффективности очистки сока на дефекации и сатурации. По содержанию инвертного сахара в свекловичном (или в свекле) и диффузионном соках устанавливают, не было ли инверсии сахарозы во время процесса диффузии [8–10].

Известно, что при теоретически возможном эффекте очистки диффузионных соков, составляющем 40 %, фактически сахарными заводами достигается лишь 20–26 %, в лучшем случае 32 % (при разности между чистотой очищенного и диффузионного соков 3,0–3,5 %). При повышении чистоты очищенных диффузионных соков на 1 % содержание сахара в мелассе снижается на 0,25–0,30 % к массе свеклы [8–10].

Эффект очистки сахаросодержащих растворов зависит от качества исходного сырья, расхода известкового молока, применяемой технологической схемы. От очистки сахаросодержащих растворов зависит работа кристаллизационного отделения сахарного завода и, в конечном итоге, выход сахара и его качество. Универсального приема, позволяющего очистить сахарный раствор от всех несхаров, не найдено. Все методы очистки представляют собой комбинации отдельных операций: химических (нейтрализация, осаждение, коагуляция), физико-химических (адсорбция), механических (отстаивание, фильтрование, центрифугирование) и другие [1–10].

Одним из актуальных направлений является использование мембранных технологий в процессе производства сахара. Применение мембран позволяет снизить потери сахара в мелассе, увеличить выход и улучшить качественные показатели готового продукта, снизить энергозатраты на проведение процесса [1–2].

Литературные данные показывают, что при существующей технологии эффект известково-углекислотной очистки не превышает 40 %. Однако некоторые источники показывают, что теоретически возможный эффект очистки может достигать 50 % [9–10].

Исследования [11–14], проведенные научно-исследовательской лабораторией сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», показали, что применение электромембранной обработки диффузионного сока различной степени очистки позволяет достичь эффекта очистки 55–69 %. Кроме того, при электромембранной обработке сиропа достигается эффект очистки 30 %, при обработке оттека утфеля II кристаллизации — 40 %, а при обработке мелассы — 30 % и более.

Целью представленного исследования являлась разработка способа получения сахара на основании научно-технологических аспектов очистки полупродуктов сахарного производства с использованием электромембранной обработки.

**Материалы и методы исследований.** Производственные испытания процесса электродиализа проводили на ОАО «Городейский сахарный комбинат», где установлены две электродиализные установки типа EWDU 8ЧЕД-II/250-0,8 IS.

Лабораторные измерения отобранных с производства проб проводились с помощью компьютеризированной системы комплексного лабораторного анализа и регистрации показателей сырья, промежуточных и конечного продукта сахарного производства Ecosucrolyser в соответствии с Инструкцией [15], определение мелассообразующих веществ и расчет мелассообразующего коэффициента в соответствии с [16–20].

В лабораторных условиях процесс деминерализации исследовали на электромембранной установке Р EDR-Z с использованием мембран CMH-PES катионного типа и AMH-PES — анионного.

Модельные испытания процесса электродиализа в условиях реального производства производились на пилотной мембранной установке ED(R) — Y производства MEGA a.s., Чехия, с катионно-анионным набором мембран.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Так как электродиализная очистка может быть включена в классическую технологию производства сахара на разных этапах: для дополнительной очистки сока или полусиропа после III корпуса выпарной станции, а также для обработки оттеков или мелассы [21–23], проводились лабораторные, модельные и промышленные исследования применения электромембранной обработки диффузионного сока различной степени очистки, а также лабораторные и промышленные исследования по применению электромембранных процессов для очистки густых полупродуктов и мелассы (табл. 1).

Таблица 1. Изменение технологического качества полупродуктов сахарного производства и мелассы в процессе электромембранной обработки

Table 2. Changes in the technological quality of semi-products of sugar production and molasses during electromembrane treatment

Наименование показателя Сок I сатурации	Полупродукт				Меласса
	Сок I сатурации	Сок очищенный	Смесь сиропа с очищенным соком	Разбавленный оттек утфеля II кристаллизации	
Длительность обработки, минут	≤ 10	≤ 10	177	254	200
<i>Изменение после электродиализа, %</i>					
Чистота	+5,24	+4,13	+3,37	+7,95	+8,49
Мелассообразующий коэффициент	37	49	32	43	26
Эффект очистки	64,0	57,9	30,4	40,5	32,6

Из табл. 1 видно, что электромембранная обработка позволяет получить полупродукты сахарного производства высокой чистоты, снизить мелассообразующий коэффициент с достижением эффекта очистки 30,4 – 64,0 % в зависимости от обрабатываемого полупродукта.

Здесь результаты очистки с применением электродиализа отличаются для различных полупродуктов, однако длительность обработки, определяющая эффективность электромембранного процесса, также отличается.

Сравнение технологических схем (при расчетной загрузке оборудования в условиях проведения экспериментов) с обработкой сиропа и оттока показало [12-14], что, несмотря на меньшую эффективность одной обработки сиропа по сравнению с оттоком, суточная и сезонная эффективность данной схемы будет выше за счет большего количества обрабатываемых партий.

Это определяется технологическим качеством (в т.ч. химическим составом) и условиями ведения процесса каждого полупродукта.

На рис. 1-3 представлено несколько примеров описания процесса электродиализа и изменения отдельных технологических показателей при этом.

Изменение удельной электропроводимости (по которой мы считаем степень деминерализации раствора) во времени описывается экспоненциальной зависимостью (рис. 1), что означает постепенное снижение эффективности процесса при увеличении его длительности и требует поиска оптимального режима для конкретного полупродукта.

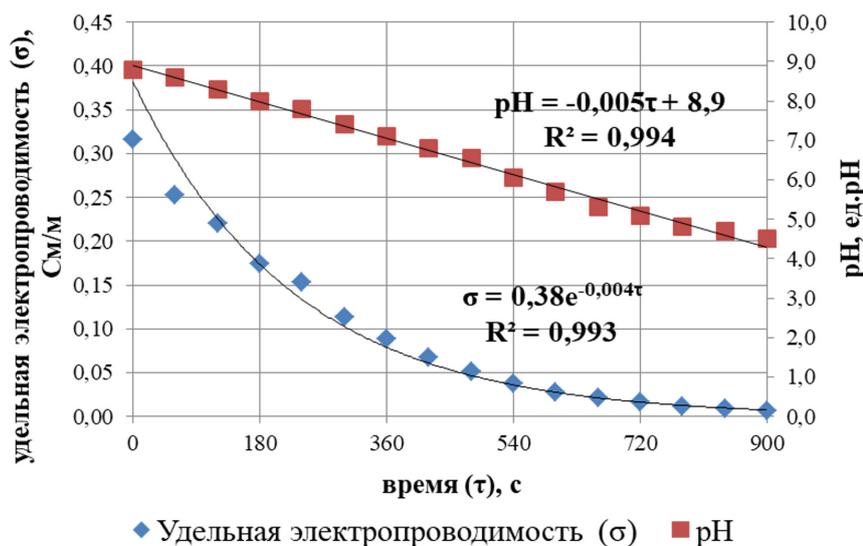


Рис. 1. Изменение удельной электропроводимости и pH в течение электромембранной обработки очищенного сока  
Fig. 1. Changes in electrical conductivity and pH during electromembrane processing of purified juice

При этом рациональные параметры конкретного процесса необходимо устанавливать на основании изменения технологических параметров. Например, как видно на рис. 2 график изменения мелассообразующего коэффициента не совпадает с графиком изменения проводимости, то есть ведение процесса больше 90 минут для данного примера (обработка сиропа) нецелесообразно с точки зрения снижения сахара в мелассе, однако дальнейшая обработка позволяет провести более глубокую очистку. Для примера с оттеком II продукта (рис. 3) максимальная эффективность процесса будет достигнута только на 180 минуте.

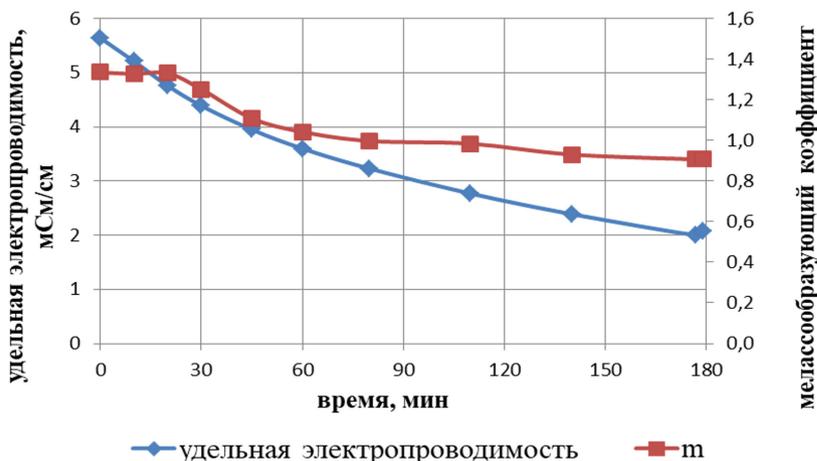


Рис. 2. Изменение коэффициента мелассообразования и удельной электропроводимости в процессе электромембранной обработки сиропа

Fig. 2. Changes in the molasses coefficient and electrical conductivity during the electromembrane treatment of syrup

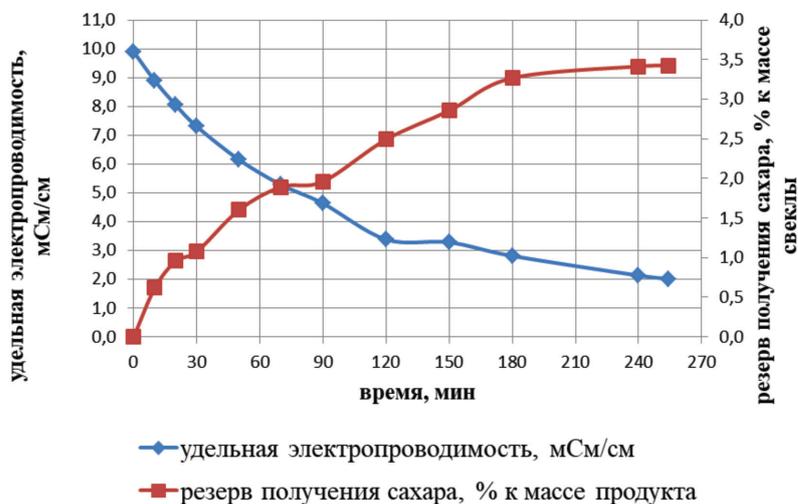


Рис. 3. Изменение удельной электропроводимости и количества дополнительно получаемого сахара в процессе электромембранной обработки оттека II продукта

Fig. 3. Changes in electrical conductivity and the amount of additionally produced sugar during the electromembrane treatment of second effluent of second masecuite

По результатам исследований установлены рациональные параметры процесса для различных полупродуктов:

- ♦ для диффузионного сока главный параметр рН не ниже 7 для очищенного сока и рН 9,0-9,5 для сока I сатурации;
- ♦ для смеси сиропа с очищенным соком или промежуточного сиропа конечной точкой процесса обработки партии должна быть электропроводимость не ниже 2,5 мСм;

- ♦ для разбавленного оттека утфеля II кристаллизации конечной точкой процесса обработки партии должна быть удельная электропроводимость не ниже 5 мСм/см;
- ♦ для обработки мелассы удельная электропроводимость в конечной точке обработки должна быть не ниже 7,0 мСм/см.

При этом полупродукты сахарного производства могут подвергаться электродиализной обработке на одном или нескольких этапах:

- ♦ диффузионный сок, очищенный или на промежуточной стадии очистки, весь или частично после обработки направляется на выпаривание для получения сиропа или на клерование желтых сахаров, или на разбавление сиропа, или на дальнейшую очистку;
- ♦ сироп после выпарной установки или на промежуточной стадии выпаривания, или разбавленный очищенным диффузионным соком/водой, весь или частично после обработки направляется на уваривание утфеля I кристаллизации или смешивается с клеровкой желтых сахаров;
- ♦ оттек утфеля II кристаллизации, с разбавлением или без, весь или частично после обработки направляется на уваривание утфеля I, II или III кристаллизации или смешивается с клеровкой желтых сахаров или сиропом с выпарной станцией;
- ♦ меласса, с разбавлением или без, вся или частично после обработки направляется на дополнительную очистку известковым молоком или на уваривание утфеля II или III кристаллизации.

Таким образом, применение электромембранных процессов при производстве сахара имеет место, варианты этого применения могут быть разнообразными и зависеть от целей предприятия: повысить чистоту продуктов, улучшить процесс варки утфелей, достать дополнительный сахар из мелассы или еще что-то, а также от производительности конкретной установки и схемы ее обвязки. Поэтому и схемы электромембранной обработки, и оптимальные ее режимы у каждого предприятия будут свои.

Кроме повышения эффективности производства сахара за счет повышения чистоты продуктов и повышения выхода сахара за счет снижения его потерь с мелассой перспективным является использование электромембранных процессов для расширения ассортимента предприятия и создания инновационной продукции, как из побочной продукции производства, так и из полупродуктов (рис. 4).

Научно-исследовательской лабораторией сахарного производства ведутся работы по изучению деминерализации свежловичной мелассы не только с целью ее обессахаривания, а также для получения при этом инновационных продуктов с бетаином, а впоследствии с возможностью выделения бетаина из деминерализованной мелассы. Также в рамках исследований будет оценена возможность изготовления на сахарном предприятии инновационных продуктов из полупродуктов с различными свойствами с добавками и без.

### Инновационная продукция сахарного производства



Рис. 4. Перспективы расширения ассортимента продукции сахарных предприятий Республики Беларусь

Fig. 4. Prospects for expanding the range of products of sugar enterprises in the Republic of Belarus

**Заключение.** Таким образом, варианты применения электромембранных процессов при производстве сахара могут быть разнообразными и зависеть от целей предприятия: повысить чистоту продуктов, улучшить процесс варки уфелей, получить дополнительный сахар из мелассы и др. Оптимальные условия ведения процесса необходимо устанавливать для конкретного предприятия и его потребностей, но рациональными параметрами электромембранного процесса для различных полупродуктов являются:

- ♦ для диффузионного сока главный параметр рН не ниже 7 для очищенного сока и рН 9,0-9,5 для сока I сатурации;
- ♦ для смеси сиропа с очищенным соком или промежуточного сиропа конечной точкой процесса обработки партии должна быть электропроводимость не ниже 2,5 мСм;
- ♦ для разбавленного оттока уфеля II кристаллизации конечной точкой процесса обработки партии должна быть удельная электропроводимость не ниже 5 мСм/см;
- ♦ для обработки мелассы удельная электропроводимость в конечной точке обработки должна быть не ниже 7,0 мСм/см.

Кроме повышения эффективности производства сахара за счет повышения чистоты продуктов и повышения выхода сахара за счет снижения его потерь с мелассой перспективным является использование электромембранных процессов для расширения ассортимента предприятия и создания инновационной продукции, как из побочной продукции производства, так и из полупродуктов.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность руководству и сотрудникам ОАО «Городейский сахарный комбинат» в лице генерального директора Соловья Г.М., главного инженера Скачко И.Н. и главного технолога Хмелинко Ю.А., а также сотрудникам цеха переработки мелассы за содействие в работе.

Исследования проводились в рамках гранта Президента Республики Беларусь в сфере науки на 2024 год.

#### Список использованных источников

1. *Круглик, С. В.* Об оптимизации технологии на отдельных стадиях производства сахара / С. В. Круглик // Сахар. — 2020. — №4. — С. 27-35.
2. Способ мембранно-ферментативной очистки диффузионного сока с использованием cross flow ультрафильтрации и упрощённой дефекосатурации / С. Л. Филатов, С. М. Петров, Н. М. Подгорнова [и др.] // Сахар. — 2020. — №3. — С. 9-15.
3. *Боннанфан, Ф.* Принципы очистки соков сахарной свёклы / Ф. Боннанфан // Сахар. — 2019. — №5. — С. 16-27.
4. Интенсификация известково-углекислотной очистки диффузионного сока / Ю. И. Зелепукин, В. А. Голыбин, В. А. Федорук, С. Ю. Зелепукин // Сахар. — 2016. — №1. — С. 40-43.
5. *Штангеев, В. О.* Очистка густых полупродуктов сахарного производства / В. О. Штангеев, Е. Н. Молодницкая, Л. С. Клименко // Сахар. — 2013. — №11. — С. 44-49.
6. *Рудюк, Л. С.* Ионообменные технологии в сахарной промышленности. Обессахаривание мелассы и декальцинация сока / Л. С. Рудюк, Д. Пайе, Ф. Бонненфан // Сахар. — 2018. — №4. — С. 26-27.
7. Инновационные технологии как основа устойчивого экономического развития свеклосахарного производства / С. Л. Филатов, С. М. Петров, Н. М. Подгорнова [и др.] // Сахар. — 2020. — №8. — С. 12-19.
8. *Сапронов, А. Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. — Москва : Колос, 1999. — 494 с.
9. *Савостин, А. В.* Эффективность очистки сахаросодержащих растворов / А.В. Савостин, А.Н. Литош // Сахар. — 2006. — №8. — С. 33-35.
10. Очистка диффузионного сока в сахарном производстве / З.В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: Беларус. навука, 2013. — 232 с. — (Настольная книга производственника).
11. Применение электролиза для очистки диффузионного сока в сахарном производстве / О. К. Никулина [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, №3 (53). — С. 51–61.
12. Эффективные технологии производства свекловичного сахара / О.К. Никулина [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2023. — 304 с.
13. *Никулина, О. К.* Использование электролиза для повышения эффективности работы сахарных предприятий / О. К. Никулина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2024. — Т. 62, №2. — С. 168–176. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2024-62-2-168-176>
14. Применение электромембранных методов обработки для очистки густых полупродуктов сахарного производства / О. К. Никулина, О. В. Дымар, О. В. Колоскова, М. Р. Яковлева // Сахар. — 2022. — №4. — С. 26-31.
15. Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства: Утв. М-вом пищ. пром-ти СССР 27.07.81. — К.: ВНИИ сахарной промышленности, 1983. — 476 с.

16. Методы оценки технологических качеств сахарной свеклы с использованием показателей содержания калия, натрия и *a*-аминного азота, определенных в свекле и продуктах ее переработки / В.Н. Кухар [и др.] // Сахар. — 2019. — № 1. — С. 18–36.
17. Чернявская, Л. И. Методы оценки качества свеклы, основанные на ее лабораторной переработке / Л.И. Чернявская // Сахар. — 2006. — № 4. — С. 19–24.
18. Чернявская, Л. И. Методы оценки качества сахарной свеклы как сырья для получения сахара / Л.И. Чернявская // Сахар. — 2006. — № 3. — С. 40–45.
19. Bertuzzi, S. Determinazione a: K, Na, azoto alfa-amminico in zueche-rificio, implecazioni tecnologiche / S. Bertuzzi, N. Zurlecla // Ind saccorif. iral. — 1988. — Vol. 81, № 4. — P. 135–138.
20. Beziehungen zwieschen den Verhältnissen einiger Kationen und Anionen in der Zuckerrübe und deren grundlegenden qualitativen Merkmalen / A. Dandar [et al.] // C.I.T.S. — 1996. — S. 931–934.
21. Бугаенко, И. Ф. Общая технология отрасли: Научные основы технологии сахара: Учебник для студентов вузов / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин. Ч.1. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 512 с.
22. Физико-химические процессы сахарного производства / И. С. Гулый [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1987. — 264 с.
23. Бугаенко, И. Ф. Принципы эффективного сахарного производства / И. Ф. Бугаенко. — М.: ООО «Ин-машпроект», 2003. — 285 с.

### Информация об авторах

*Никулина Оксана Константиновна*, кандидат технических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией 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

*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

*Колоскова Ольга Владимировна*, кандидат технических наук, доцент, старший 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.

*Дымар Олег Викторович*, инженер, 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

### Information about authors

*Nikulina Oksana Konstantinovna*, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Research laboratory of sugar production 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: sugar@belpoduct.com

*Yakovleva Maryia Romanovna*, Master of technical science, Junior Researcher 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: sugar@belpoduct.com

*Koloskova Olga Viktorovna*, PhD (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher 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: sugar@belpoduct.com

*Dymar Oleg Viktorovich*, Engineer, 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

УДК 663.91+613.22

Поступила в редакцию 16.08.2024  
Received 16.08.2024**С. Е. Томашевич, А. В. Пчельникова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО ШОКОЛАДА  
С ЖИРОВОЙ НАЧИНКОЙ НА ОСНОВЕ МАСЛА ШИ  
И МАСЛА КАКАО**

**Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований по разработке технологии молочного шоколада с начинкой, обогащенного инулином, с применением в качестве жирового компонента начинки комбинации масла какао и жира из масла ши.

**Ключевые слова:** молочный шоколад, жировая начинка, масло ши, масло какао, инулин, молочные продукты, кальций.

**S. E. Tamashevich, A. V. Pchelnikova***RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***TECHNOLOGY FOR PRODUCING MILK CHOCOLATE WITH FAT FILLING  
BASED ON SHEA BUTTER AND COCOA BUTTER**

**Abstract.** The article presents the results of experimental studies on the development of technology for milk chocolate with filling enriched with inulin, using a combination of cocoa butter and shea butter fat as the fat component of the filling.

**Keywords:** milk chocolate, fat filling, shea butter, cocoa butter, inulin, dairy products, calcium.

**Введение.** Шоколад пользуется стабильным спросом у детей и взрослых. В последние три года в нашей стране изготавливается свыше 21 тысячи тонн шоколада ежегодно. Ассортимент представлен шоколадом различных групп (горький, темный, обыкновенный, молочный, белый), шоколадом с начинками (жировыми, кремовыми, фруктовыми, молочными, ликерными, сбивными тяжелого типа, помадными), шоколадными фигурами. Белорусским кондитерским предприятиям необходимо постоянно расширять ассортимент своей продукции, чтобы соответствовать тенденциям рынка и достойно конкурировать с импортными изготовителями. Кондитерские изделия, изготавливаемые за рубежом, отличаются разнообразием по составу, внешнему виду и форме, дизайну упаковки и применяемым рекламным надписям. Достаточно известен на нашем рынке шоколад, отсылающий по своему дизайну к детской продукции: в частности шоколад с начинкой, шоколадные фигуры в форме яиц под торговой маркой «Kinder Chocolate» (Италия), шоколад с начинкой «Nesquik» (Россия), шоколад с начинкой «Rikki» (Польша), шоколад с начинкой «Toto» (Турция), шоколад с начинкой «Hibbi» (Польша) и др. В составе начинок вышеуказанных импортных кондитерских изделий — преимущественно пальмовое масло или кондитерские жиры. Так, в начинке шоколада «Kinder Chocolate» используется пальмовое масло и молочный жир, шоколада «Rikki» — частично гидрогенизированные растительные масла в различных пропорциях (масло пальмовое, ши, рапсовое, соевое, подсолнечное, кокосовое), шоколада «Toto» — пальмовое масло, шоколада «Nesquik» — заменитель масла какао из пальмового масла, шоколада «Hibbi» — пальмовое масло и масло ши.

Тип жира для начинок шоколада влияет на органолептические свойства начинки, совместимость с шоколадной оболочкой, срок годности готового изделия [1]. Что касается требований к продукции для детского питания, то в настоящее время нормативными документами [2, с. 18] запрещено применение гидрогенизированных масел и жиров при изготовлении продуктов для детского питания. При гидрогенизации, которая представляет собой процесс

насыщения жидких жиров водородом в присутствии катализатора, жидкие масла отвергаются, становятся более устойчивыми к окислению [3], однако при этом изменяется ход их метаболических превращений. Экспериментально доказано, что потребление трансизомеров приводит к снижению скорости образования в организме незаменимых жирных кислот и следовательно к их дефициту, а также связано с риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Трансизомеры жирных кислот отсутствуют во всех видах натуральных растительных масел (подсолнечное, пальмовое, пальмоядровое, кокосовое и др.), однако в небольшом количестве (0,1-0,3%) могут содержаться в маслах, подвергнутых дезодорированию [4]. Также натуральным источником трансизомеров являются молочные продукты, мясо и жир крупного рогатого скота. В животном жире, в т.ч. молочном, трансизомеры образуются естественным путем биогидрогенизации в рубце жвачных животных в результате жизнедеятельности бактерий желудка [4] и их количество обычно составляет 4-5%, но может превышать 8% в зависимости от рациона животных [5, с. 67]. В гидрогенизированных растительных маслах содержание трансизомеров жирных кислот на практике обычно составляет до 50% [5, с. 38]. В настоящее время нормативными документами стран Таможенного союза содержание трансизомеров жирных кислот в кондитерских жирах ограничено на уровне не более 2,0% от содержания жира [6, с. 27].

Альтернативой специализированным жирам при производстве начинок для шоколада являются твердые растительные масла. Анализ рынка шоколада показал, что наиболее широко распространено использование пальмового масла в составе начинок. С одной стороны пальмовое масло характеризуется очень низким природным содержанием трансизомеров жирных кислот, имеет пластичную консистенцию при комнатной температуре и пригодно по этой причине к изготовлению жиров для кондитерских начинок и конфетных корпусов. Однако с другой стороны в СМИ сложилась и освещается неоднозначная позиция по применению пальмового масла, что обуславливают необходимость поиска новых, не столь широко распространенных, однако безопасных и технологичных жиров для изготовления кондитерских изделий, предназначенных для детской аудитории. В частности, интерес представляет изучение возможности применения экзотического масла ши при производстве жировых начинок для шоколада. Поскольку при хранении шоколада неизбежно наблюдается миграция жира из начинки в оболочку, важно знать триглицеридный состав планируемого к использованию жира с точки зрения оценки его совместимости с маслом какао, представляющего основу жировой фаз шоколада.

Масло ши добывают из семян африканского масляного дерева *Butyrospermum parkii*, произрастающего в саваннах от Кот Д'Ивуара до Нигерии. В основном это дикорастущее растение, и так как для его созревания и плодоношения требуется 15-20 лет, его до сих пор не культивируют [7, с. 107-109]. Свойства любого жира можно описать с точки зрения его химического состава, физической природы и органолептических свойств. Все пищевые жиры состоят из триглицеридов (ТТГ). Что касается масла какао (представляет жировую фазу шоколада), то основную группу его ТТГ составляют SOS-жиры, где S — это насыщенные жирные кислоты (в основном пальмитиновая (P) и стеариновая (St)) и O — олеиновая кислота. SOS-жиры могут быть в конфигурациях POP, POSt и StOSt. В жире масла ши также отмечается высокое содержание SOS-жиров (в конфигурации StOSt), среднее содержание — POSt, и низкое — POP. Таким образом, в масле ши триглицериды соответствуют триглицеридам масла какао, их смешивание либо совместное использование не будет антагонистическим ни по температуре плавления, ни по полиморфизму [8, с. 447-454]. Использование жиров с высоким содержанием ТТГ типа StOSt также наиболее благоприятно с точки зрения предотвращения миграции жира из начинки, вызывающей жировое поседение шоколадной оболочки [9, с. 147].

**Цель** исследования заключалась в разработке рецептурного состава и технологии производства шоколада, характеризующегося повышенной пищевой ценностью, с жировой начинкой на основе масла ши (без применения пальмового масла).

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследований являлся фракционированный растительный жир из масла ши — специализированный жир Akospread NH 28 (ААК, Швеция) (далее — фракционированное масло ши), а также полуфабрикаты (жировые начинки) и готовые кондитерские изделия (молочный шоколад), изготовленные на его основе. Содержание твердых триглицеридов в фракционированном масле ши определяли по ГОСТ 31757 [10], температуру плавления и застывания жира — по СТБ 1889 [11], кислотное число жира — по ГОСТ 31933 [12], перекисное число жира — по СТБ ГОСТ Р 51487 [13].

Стойкость жировой начинки определяли после центрифугирования навески с температурой 30°C при 1500 об/мин в течение 5 минут с последующим вычислением массовой доли

фракций, на которые расслаивалась начинка. Твердость жировой начинки определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» (Brookfield, США) путем измерения усилия в зависимости от деформации (параметры испытания: индентор — металлический цилиндр диаметром 2 мм, глубина погружения индентора 4 мм) и вычислением величины нормального напряжения ( $\sigma$ , Па) [14]. Химический состав шоколада с начинкой определяли по следующим методикам: белок — по ГОСТ 13496.4 [15]; кальций — по МУК 4.1.1482 [16]; инулин — по МВИ.МН 4967 [17]. Органолептические показатели качества шоколада определяли по СТБ 2394 [18], содержание влаги в жировой начинке — по ГОСТ 5900 [19].

**Результаты исследований и их обсуждение.** На первом этапе работ изучены показатели качества фракционированного жира из масла ши. Согласно информации изготовителя ААК, жир Akosspread NH 28 разработан для очень мягких начинок и кондитерских паст, представляет собой фракции масла ши и отличается низким содержанием пальмитиновой (P) кислоты и высоким содержанием стеариновой (St) и олеиновой (O) кислот, характеризуется отличной стойкостью к окислению и расслоению и содержит не более 1% трансизомеров. Согласно спецификации изготовителя, жирнокислотный состав фракционированного масла ши представлен:

- ♦ на 31% — насыщенными жирными кислотами, из которых: пальмитиновая (P) — 4%, стеариновая (St) — 26%, арахидоновая — 1%;
- ♦ на 56% — мононенасыщенными жирными кислотами;
- ♦ на 8% — полиненасыщенными жирными кислотами.

Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот (64%), преимущественно олеиновой, обуславливают положительные физиологические свойства данного жира. В этой связи фракционированное масло ши представляет интерес для дальнейших исследований в части определения его технологических свойств — физико-химических и структурно-механических показателей.

Физико-химические свойства жиров и масел имеют большое значение для понимания их потенциальных технологических свойств и возможности их использования в составе определенных жиросодержащих продуктов. К основным и наиболее часто контролируемым показателям жира относятся температура плавления и застывания, твердость, кислотное и перекисное число и др. [20]. Важны также органолептические характеристики жира. Жир для начинки должен обладать нейтральным вкусом, оптимальными параметрами плавления и кристаллизации. Легкоплавкие жиры со временем могут мигрировать из начинки в оболочку, вызывая размягчение и поседение оболочки (по причине разрушения структуры шоколадной массы и миграции жидкого масла на поверхность изделия) и отверждение начинки [21]. По этой причине при разработке новых продуктов на основе жиров важно подбирать сырьевые ингредиенты с требуемой температурой плавления и застывания (кристаллизации). Температура плавления — температура, при которой жир переходит из твердого в капельно-жидкое состояние. Этот показатель является определяющим в технологии жиросодержащих продуктов при формировании консистенции продукта, его пластичности, твердости, вкусовых качеств. Температура застывания — температура, при которой жидкое масло или жир переходит из жидкого состояния в твердое. Температура застывания представляет собой интервал значений, более низких, чем температура плавления. Твердость жиров или жировых продуктов — способность жиров сопротивляться проникновению в них другого тела, не получающего остаточных деформаций. Этот показатель во многом определяет реологические свойства жиров [20]. Помимо органолептических характеристик и структурно-механических показателей, в жире важно контролировать такие физико-химические показатели, как кислотное и перекисное число.

Кислотное число характеризует содержание в жире свободных жирных кислот, накапливающихся при его гидролизе и окислении. Перекисное число отражает степень окисленности жира, обусловленную накоплением перекисных соединений (перекисей и гидроперекисей) при окислении жира в процессе хранения, особенно активно протекающего на свету.

Проведен анализ физико-химических показателей качества фракционированного масла ши — кислотного и перекисного числа. Кислотное число жира составило 0,55 мг КОН/г, что соответствует требованиям [5, с. 15] к фракциям рафинированных растительных масел — не более 0,6 мг КОН/г. Перекисное число жира составило 0,28 ммоль S O/кг, что удовлетворяет требованиям [2, с. 18] к перекислому числу жиров, допускаемых к использованию при производстве пищевой продукции для питания детей (менее 2 ммоль активного кислорода/кг). Данные фактически значения физико-химических показателей характеризует высокую устойчивость жира на основе фракций масла ши к окислению и обуславливает его пригодность для изготовления продуктов питания детской направленности.

Что касается технологических свойств, то при выборе жира для конкретного изделия его оценивают в первую очередь по содержанию ТТГ при температуре 10–35°C, которое определяет его структурно-механические характеристики [22] в диапазоне температур от температуры охлаждения в условиях производства — до температуры плавления в ротовой полости при потреблении. Температура плавления фракционированного масла ши составила 40°C, что будет способствовать получению нежной кремовой начинки на его основе. Температуру застывания жира определить не удалось, т.к. он проявил себя как очень медленно кристаллизующийся жир. Содержание твердых триглицеридов в фракционированном масле ши, определенное по методике [10] для медленно кристаллизующихся жиров (после термостатирования при 0°C в течение 10 ч), приведено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание твердых триглицеридов (ТТГ) в фракционированном масле ши (растительном жире Akospread NH 28)  
Table 1. Solid triglyceride (STG) content in fractionated shea butter (vegetable fat Akospread NH 28)

Характеристика	Содержание ТТГ в жире из фракций масла ши, %, при температуре						
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
Согласно экспериментальным данным	38,5	27,4	18,3	12,2	7,5	4,4	2,6

Таким образом, предварительные исследования показали пригодность фракционированного масла ши для разработки на его основе начинки для шоколада.

На втором этапе работ был обоснован перечень сырья для разработки шоколада с начинкой, нацеленного на детскую аудиторию.

В состав шоколадной массы и начинки введены в большом количестве сухое обезжиренное молоко и сливки сухие как натуральные источники кальция — одного из наиболее ценных макроэлементов, к недостатку которого особо чувствительны дети и подростки, а также добавлена сыворотка сухая деминерализованная как источник легкоусвояемого белка животного происхождения. Фактическое содержание кальция в данном сырье отечественного производства представлено в табл. 2.

Таблица 2. Содержание кальция в продуктах переработки молока  
Table 2. Calcium content in dairy products

Сырьевой ингредиент	Содержание кальция, в 100 г	
	согласно литературным данным [23; 24]	фактические значения (отклонение от среднестатистического)
Молоко сухое обезжиренное	1155–1280 мг	1325 мг (+3,5–14,7%)
Сливки сухие	700 мг	815,5 мг (+16,5%)
Сыворотка молочная сухая деминерализованная	500 мг	144 мг (-71,2%)

С учетом допустимого отклонения методики по определению содержания кальция в молочных продуктах в  $\pm 14,9\%$ , можно утверждать, что по содержанию кальция проанализированные образцы сухого обезжиренного молока и сухих сливок соответствуют среднестатистическим литературным данным и в этой связи могут являться источником кальция в шоколадных изделиях для детского питания. Содержание кальция в образце сыворотки с высокой степенью деминерализации (90%), естественно, невысоко, однако в данном сырье содержится ценный сывороточный альбумин, в связи с чем данный компонент также представляет интерес с целью использования в шоколаде.

С целью повышения усвояемости кальция из шоколада предложено введение инулина в рецептуру жировой начинки. Инулин — линейный полимер фруктозы со средней степенью полимеризации 25. Обладает доказанным пребиотическим, или бифидогенным, эффектом. В процессе расщепления инулина в толстом кишечнике образуются органические кислоты и лактаты, которые снижают pH среды. Увеличение кислотности в свою очередь повышает растворимость кальция, присутствующего в толстом кишечнике в виде нерастворимых соединений, что увеличивает его усвояемость [25].

Кроме сухих молочных продуктов и сахаров, важнейшим компонентом жировых начинок является жировой компонент. Жировая начинка должна «таять во рту», не давать ощущения «салитости», обладать высокой дисперсностью, насыщенным вкусом, высокими микробио-

логическими показателями, исключать миграцию жира на поверхность изделий при хранении изделий с достаточно длительными сроками годности [26]. Предварительные исследования, результаты которых представлены выше, показали пригодность фракционированного масла ши для разработки на его основе начинки для шоколада, ориентированного на детскую категорию потребителей. На первом этапе разработали рецептурную основу жировой начинки: сахарная пудра — 47,6%, сухие молочные продукты (обезжиренное молоко) — 17,0%, жир — 33,0%, лецитин — 0,3%, пищевое волокно (инулин) — 2,0%, ванилин — 0,1%.

Начинку готовили следующим образом: расплавляли жир при температуре 40°C, добавляли эмульгатор, вносили смесь из сахарной пудры, сухого обезжиренного молока и инулина, перемешивали массу, затем вносили ванилин, отливали массу с температурой 32±2 °С в силиконовые формы и направляли для охлаждения в холодильную камеру (при температуре 6-7°C в течение 30 мин.). В готовой начинке были определены такие показатели, как массовая доля влаги, стойкость, твердость. В качестве базы сравнения была использована жировая начинка из молочного шоколада «Kinder Chocolate» (далее — «Kinder»). Установлено, что массовая доля влаги опытного образца начинки составляет 2,0% при 2,4% начинки шоколада «Kinder». Определение стойкости начинки показало, что у контрольной начинки после центрифугирования выделяются кристаллы сахара в объеме 18,5%, у опытного образца — в объеме 22,2%. Наиболее интересные данные получены по результатам измерения твердости: после охлаждения начинки в течение 30 мин. в холодильной камере твердость начинки «Kinder» составляет 647-773 Па, в то время как опытного образца — всего 5,2 Па. После выдерживания начинки при температуре лаборатории (27°C) в течение 30 мин. твердость начинки «Kinder» снижается до 173 Па, в то время как опытный образец приобретают полностью мажущуюся, кремообразную структуру с твердостью 2,6 Па. Это обусловлено особенностями триглицеридного состава жира Akospread NH 28 (в него выделены наиболее легкоплавкие фракции масла ши).

С целью повышения стабильности начинки фракционированное масло ши частично заменили маслом какао (в соотношениях от 80:20 до 20:80), а также увеличили долю сухих компонентов — сухого обезжиренного молока до 25% взамен 8% сахарной пудры. Стойкость начинки после данных корректировок приблизилась до уровня контроля — после центрифугирования начинки кристаллы сахара выделились в опытных образцах в объеме около 18%. Твердость начинок, изготовленных при различных соотношениях жира из масла ши и масла какао, после их 30-минутного охлаждения в холодильной камере при температуре 5-6°C и последующего выдерживания в течение 1 суток в условиях лаборатории, показана на рис. 1. Зеленой точкой на рис. 1 отображена твердость контроля — начинки шоколада «Kinder» (составляет 133,6 кПа), синей линией — твердость опытных образцов начинок при различных комбинациях жиров (находится в диапазоне от 6,2 до 526,4 кПа).

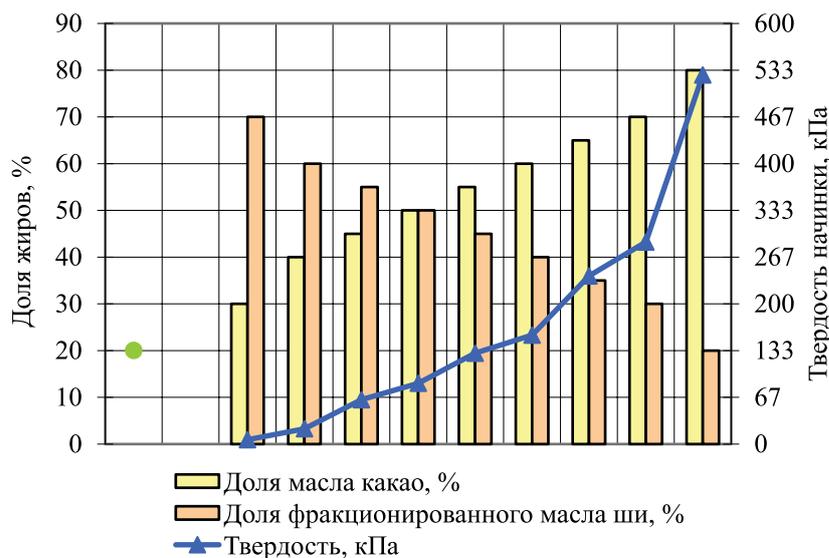


Рис. 1. Твердость жировых начинок при различном соотношении масла какао и фракционированного масла ши через 1 сутки хранения  
 Fig. 1. Hardness of fat fillings with different ratios of cocoa butter and fractionated shea butter after 1 day storage

Установлено, что твердость жировой начинки повышается пропорционально увеличению доли масла какао в составе полуфабриката. Как видно из рисунка 1, наиболее приближена по твердости к контролю начинка из масла какао и жира из масла ши с соотношением 55:45. При традиционной продолжительности охлаждения начинки в промышленных условиях в течение 25–30 мин., продолжительность охлаждения опытного образца составляет 40 мин. Для сравнения, увеличение доли жира на основе масла ши от вышеуказанной комбинации всего на 5% приводит к увеличению продолжительности структурообразования в 1,4 раза (до 55 мин.), что нежелательно с точки зрения производительности технологической линии.

Образец начинки на основе масла какао и жира из масла ши в соотношении 55:45 обладает формоустойчивостью, пластичной консистенцией, приятными органолептическими характеристиками и далее был использован для опытно-промышленной апробации. Масло какао при изготовлении начинки необходимо использовать дезодорированное, поскольку масло без дезодорации придает начинке ярко выраженный шоколадный вкус и «перебивает» вкус молока. Помимо этого, при изготовлении начинки масло какао следует использовать в расплавленном виде без предварительного темперирования, поскольку в противном случае готовая начинка будет иметь очень высокую твердость.

В производственных условиях СОАО «Коммунарка» проведены опытно-промышленные испытания по отработке технологических режимов изготовления и рецептуры шоколада с жировой начинкой с повышенным содержанием кальция и инулина. В результате испытаний изготовлена опытная партия молочного шоколада с начинкой. В состав шоколадной массы введены сливки сухие и сухая деминерализованная молочная сыворотка, в состав начинки — сухое обезжиренное молоко. Сравнительная органолептическая балльная оценка разработанного образца шоколада и шоколада «Kinder» показала, что сбалансированность вкусов обоих образцов отмечена достаточно высокими оценками с разницей в 0,2 балла, общее впечатление — с разницей в 0,3 балла.

Образцы из опытной партии были заложены на хранение с целью изучения динамики показателей качества в течение 12 месяцев. Шоколад хранился завернутым негерметично в фольгированную бумагу и упакованным в картонные коробки при температуре воздуха (17–20)°С и относительной влажности воздуха 35–40%. Органолептическая оценка качества шоколада в процессе хранения проводилась регулярно дегустаторами на соответствие требованиям СТБ 2211 [27]. Полученные результаты показали, что через 12 месяцев хранения шоколад характеризуется органолептическими характеристиками, полностью удовлетворяющими требованиям [27]:

- ♦ вкус и запах — свойственные молочному шоколаду с жировой начинкой, с выраженным приятным сладким молочным вкусом, без посторонних привкуса и запаха;
- ♦ внешний вид — лицевая поверхность шоколада блестящая, с выразительным оттиском узора формы, без следов поседения;
- ♦ форма — в виде батончиков, правильная, без деформации;
- ♦ консистенция шоколада — твердая, консистенция начинки — пластичная, легко таяющая (в процессе хранения отмечено незначительное повышение твердости начинки, что не снижает потребительские свойства продукции);
- ♦ структура шоколада и начинки — однородная.

Динамика твердости разработанной начинки, изготовленной в промышленных условиях, представлена на рис. 2.

Установлено, что после 12 месяцев хранения твердость жировой начинки в шоколаде с начинкой увеличилась до 635 кПа по сравнению с начальным значением 129 кПа (в 4,9 раза) за счет упрочения жировой кристаллической решетки. При этом необходимо отметить, что начинка в конце срока хранения шоколада характеризуется как пластичная и легко таящая.

Контроль показателей безопасности показал, что микробиологические показатели и показатели безопасности исследуемого шоколада с начинкой соответствуют нормативным уровням.

Фактическое содержание кальция, инулина и белка в шоколаде с начинкой через 12 месяцев хранения образца следующее: содержание белка — не менее 7,1%; инулина — не менее 0,97 г/100 г, кальция — 256 мг/100 г (с учетом погрешности метода определения ( $\pm 25\%$  согласно [16]) и варьированности содержания нутриента в сырье (молочных продуктах), гарантированное содержание кальция — не менее 190 мг/100 г шоколада).

Разработанный молочный шоколад с жировой начинкой на основе комбинации масла какао и масла ши, без добавления пальмового масла, внедрен на СОАО «Коммунарка» под торговой маркой «Детские истории».

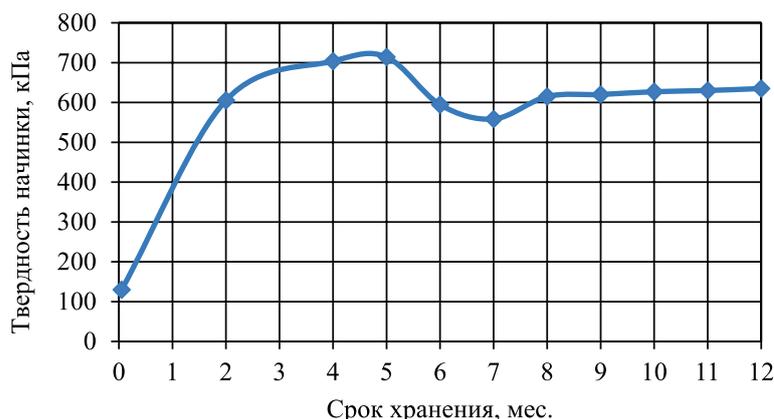


Рис. 2. Твердость промышленного образца жировой начинки на основе фракционированного масла ши и масла какао в течение 12 месяцев хранения

Fig. 2. Hardness of an industrial sample of fat filling based on combination of fractionated shea butter and cocoa butter during 12 months of storage

**Заключение.** На основании результатов проведенных исследований разработана научно обоснованная рецептура и технология жировой начинки на основе комбинации фракционированного масла ши и масла какао. Оптимальное соотношение масла ши и масла какао — 45:55. Повышение доли жира из масла ши приводит к снижению твердости начинки и увеличивает скорость ее кристаллизации в ходе охлаждения. Масло какао следует использовать дезодорированное и вводить в начинку в расплавленном виде без предварительного темперирования. Отсутствие в рецептуре шоколада с данной начинкой пальмового масла способствует повышению потребительской привлекательности продукта. Повышение пищевой ценности шоколада достигнуто применением большого количества молочных продуктов, благодаря которым в 100 г шоколада содержится кальций в природной, биодоступной форме в количестве не менее 190 мг или 16–21% от его суточной нормы потребления для детей различных возрастов и взрослых. Введение инулина в количестве 0,97 г/100 г шоколада (или 1,9 г/100 г начинки при доле начинки в изделии 50%) обеспечивает 39% от его адекватного уровня потребления согласно [28, с. 351] и будет способствовать повышению усвояемости кальция из молочных продуктов шоколада.

#### Список использованных источников

1. Мирошникова, Т. Н. Выбор жира для начинок с учетом эвтектических взаимодействий с жиром для глазури — залог качества конфет / Т.Н. Мирошникова // Кондитерское производство. — 2014. — №3. — С. 18-19.
2. О безопасности пищевой продукции: Технический Регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011. — Введ. 01.07.2013. — Минск: БелГИСС, 2012. — 196 с.
3. Синдякова, Т. А. Переэтерификация как наиболее эффективный способ модификации жиров / Т.А. Синдякова // Кондитерское и хлебопекарное производство. — 2011. — №5. — С. 20-21.
4. Кулакова, С. Н. Трансизомеры жирных кислот в пищевых продуктах / С.Н. Кулакова, Е.В. Викторова, М.М. Левачев // Кондитерское и хлебопекарное производство. — 2009. — №7. — С. 36-39.
5. Технический регламент на масложировую продукцию: Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 024/2011. — Введ. 01.07.2013. — Минск: БелГИСС, 2012. — 37 с.
6. Журавлев, А. В. Трансжиры: что это такое и с чем их едят / А.В. Журавлев. — М., 2012. — 138 с.
7. Минифай, Б. У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия / Б.У. Минифай; пер. с англ. под общ. ред. Т.В. Савенковой. — СПб.: Профессия, 2005. — 808 с.
8. Беккет, С. Т. Шоколад и шоколадные изделия. Сырье, свойства, оборудование, технологии / С.Т. Беккет (ред.-сост.). — Пер. с англ. под научн. ред. Т.В. Савенковой и Л.И. Рысейвой. — СПб.: Профессия, 2013. — 708 с.
9. Талбот, Дж. Технологии глазированных изделий и изделий с начинками / Дж. Талбот, (ред.-сост.). — Пер. с англ. В.Д. Широкова, под научн. ред. Т.В. Савенковой и Л.И. Рысейвой. — СПб.: Профессия, 2011. — 96 с.
10. Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Определение содержания твердого жира методом импульсного ядерно-магнитного резонанса: ГОСТ 31757-2012. — Введ. 01.12.2015. — Минск: БелГИСС, 2015. — 16 с.

11. СТБ 1889-2008 Маргарины, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности, спреды. Правила приемки и методы контроля: СТБ 1889-2008. — Введ. 01.09.2008. — Минск: БелГИСС, 2008. — 41 с.
12. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 31933-2012. — Введ. 01.02.2016. — Минск: БелГИСС, 2015. — 8 с.
13. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487-2001. — Введ. 30.05.2001. — Минск: БелГИСС, 2001. — 6 с.
14. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум: учебник / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.
15. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. — Введ. 01.01.1996. — Минск: БелГИСС, 2010. — 15 с.
16. 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 4.1.1482-03. — Введ. 30.06.2003. — М.: Минздрав РФ, 2003. — 56 с.
17. Определение содержания инулина/олигофруктозы в обогащенных пищевых продуктах: МВИ.МН 4967-2014. — Введ. 17.06.2014. — Минск: РУП НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, 2014.
18. Изделия кондитерские. Методы контроля: СТБ 2394-2014. — Введ. 01.07.2015. — Минск: БелГИСС, 2012. — 18 с.
19. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ: ГОСТ 5900-2014. — Введ. 01.11.2016. — Минск: БелГИСС, 2016. — 9 с.
20. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова [и др.]. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 396 с.
21. *Мазалова, Л.* Барьерные жиры: предотвращение миграции легкоплавких жиров // Кондитерское и хлебопекарное производство. — 2007. — №2. — С. 8-9.
22. Научный подход к обоснованию выбора жиров для кондитерских изделий различных групп / И.М. Святославова [и др.] // Кондитерское производство. — 2011. — №4. — С. 34-35.
23. *Скурихин, И. М.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. — М.: ДеЛи принт, 2007. — 275 с.
24. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддусона / пер. с англ. под общ. ред. А.К. Батурина. — СПб.: Профессия, 2006. — 416 с.
25. Availabilities of calcium, iron, and zinc from dairy infant formulas is affected by soluble dietary fibers and modified starch fractions / D. Bosscher [et al.] // Nutrition. — 2003. — Vol. 19, Numbers 7/8. — P. 641-645.
26. Группа компаний «Союзнаб»: способы повышения конкурентоспособности конфет «Ассорти» // Кондитерское и хлебопекарное производство. — 2017. — №5-6. — С. 10-11.
27. Шоколад. Общие технические условия: СТБ 2211-2011. — Введ. 01.09.2012. — Минск: БелГИСС, 2017. — 24 с.
28. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: Гигиенический норматив, утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. №52. — 371 с.

### Информация об авторах

*Томашевич Светлана Евгеньевна*, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: npc-candy@tut.by

*Пчельникова Анна Владимировна*, научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: 2945684@mail.ru

### Information about authors

*Tomashevich Svetlana Evgenievna*, PhD (Technical), Associate Professor, senior researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil products 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: npc-candy@tut.by

*Pchelnykova Anna Vladimirovna*, researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil products 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: 2945684@mail.ru

УДК 663.36

Поступила в редакцию 22.01.2024  
Received 22.01.2024**З. В. Ловкис<sup>1</sup>, О. В. Павлова<sup>2</sup>, И. М. Колесник<sup>2</sup>, М. М. Трусова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь***АКТИВНОСТЬ ХИТОЗАНА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОМУТНЕНИЙ В ПРОДУКТАХ ПЛОДОВОГО ВИНОДЕЛИЯ**

**Аннотация.** Во введении приведены основные причины помутнения напитков в процессе длительного хранения. Дана краткая характеристика механизма появления биологических помутнений в коллоидной системе напитка. Целью исследования является оценка сорбционных свойств хитозана в отношении потенциальных мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения коллоидных систем напитков. Предметом исследования являлся процесс сорбции мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения напитков. В качестве объектов исследования выступали образцы полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков. Выполнена оценка элиминации потенциально мутеобразующих компонентов из полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков. Определено общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Данные полученные в ходе эксперимента были подвергнуты простому математическому анализу. В основной части статьи представлены результаты исследования о возможности использования хитозана для устранения биологических помутнений в продуктах плодового виноделия. Установлено, что обработка хитозаном позволила уменьшить содержание клеток дрожжей в исследуемых материалах: вино «Софи» — в 6,7 раза, сок яблочный сброженно-спиртованный — в 13 раз, виноматериал яблочный — более чем 100-кратно, сок черноплодной рябины — полное удаление.

**Ключевые слова:** вино, сок, мезофильные микроорганизмы, факультативно-анаэробные микроорганизмы, дрожжи, мицелиальные грибы, хитозан.

**Z. V. Lovkis<sup>1</sup>, O. V. Pavlova<sup>2</sup>, I. M. Kolesnik<sup>2</sup>, M. M. Trusova<sup>2</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>*Educational institution “Grodno State University named after Yanka Kupala”, Grodno, Republic of Belarus***ACTIVITY OF CHITOSAN FOR THE ELIMINATION OF BIOLOGICAL HAZARDS IN FRUIT WINE PRODUCTS**

**Abstract.** The introduction describes the main causes of beverage turbidity during long-term storage. A brief description of the mechanism of biological turbidity in the colloidal system of a beverage is given. The aim of the study is to evaluate the sorption potential of chitosan for potential mute-forming components that cause biological turbidity in beverage colloidal systems. The subject of the study was the process of sorption of mute-forming components that cause biological turbidity in beverages. The objects of the study were samples of semi-finished fruit and berry wine materials and juices. An assessment of the elimination of potentially mute-forming components from semi-finished fruit and berry wine materials and juices was performed. The total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was determined using the method of deep seeding on MPA, yeast and mycelial fungi - using the method of surface seeding on a selective nutrient medium Sabouraud with chloramphenicol. The data obtained during the experiment were subjected to simple mathematical analysis. The main part of the article presents the results of the study on the

possibility of using chitosan to eliminate biological turbidity in fruit wine products. It was found that chitosan treatment allowed to reduce the content of yeast cells in the studied materials: Sophie wine - by 6.7 times, fermented-alcoholized apple juice - by 13 times, apple wine material - more than 100 times, chokeberry juice - complete removal.

**Keywords:** wine, juice, mesophilic microorganisms, facultative anaerobic microorganisms, yeast, mycelial fungi, chitosan.

**Введение.** Фруктово-ягодные и плодово-ягодные натуральные вина, пиво, напитки брожения, а также большинство пищевых продуктов относятся к коллоидным растворам, коллоидные системы вследствие большой удельной поверхности обладают значительной поверхностной энергией, что обуславливает неустойчивость системы — она всегда стремится к самопроизвольному уменьшению межфазной поверхности, т. е. к снижению дисперсности. Вследствие чего в готовой продукции могут возникать дефекты внешнего вида и качества. Наличие в продукте частиц коллоидной степени дисперсности может явиться причиной помутнения напитков в процессе длительного хранения, в результате которого возможно слияние между собой отдельных коллоидных частиц и их укрупнение, при этом вначале появляется опалесценция, затем легкая, постепенно увеличивающаяся муть и, наконец, происходит выпадение осадка. Что в свою очередь может отрицательно повлиять на органолептические качества продукта [1].

Появление биологических помутнений в коллоидной системе напитка обусловлено размножением микроорганизмов, в биологически неустойчивых образцах фруктово-ягодных натуральных вин их контаминации и развитию дрожжевой микрофлоры способствует кислород воздуха, который проникает в процессе обработки, фильтрации и розлива вина [2, 3].

Касательно пива и слабоалкогольных напитков некоторые организмы устойчивые к условиям технологического процесса и в процессе своей жизнедеятельности влияют на розливостойкость напитка: дрожжи, молочнокислые бактерии, пивные сарцины [4]. Чаще всего из помутнений биологического характера в коллоидных средах напитка встречается дрожжевая муть, которая вызывается культурными дрожжами, и является безвредной, но все же является не желательной с точки зрения органолептических характеристик готового напитка. Дрожжевая муть возникает чаще всего в молодом и недостаточно созревшем напитке, который после розлива содержит значительное количество сбраживаемых веществ. Возникновение такой мути происходит из-за того, что дрожжевые клетки проходят через фильтр или попадают в напиток в виде вторичной контаминации из технологической линии, быстро размножаются и образуют муть в виде плотного осадка. В свою очередь муть, вызываемая дикими дрожжами, делает напиток абсолютно не пригодным для употребления, так как в результате деятельности диких дрожжей образуется тонкая муть. Дрожжи оседают очень медленно, с образованием рыхлого и легкоподвижного осадка, или не оседают вовсе, а в пиве появляется фруктовый привкус или оно становится терпко-горьким, предотвращается такая муть только глубоким сбраживанием [5].

Хитозан, в отличие от используемых на данный момент в технологии плодового виноделия сорбентов и стабилизаторов, характеризуется полифункциональностью по отношению к различным компонентам мути, данная уникальная способность объясняется его химическим строением. Наличие большого количества амино- и гидроксильных групп в составе хитозана в сочетании с высокой реакционной способностью создает широкие возможности для модифицирования его поверхности различными реагентами и придания ему соответствующих свойств. Таким образом, хитозан является сорбентом с управляемыми свойствами, что обуславливает широкие возможности его применения в технологии напитков. Ионообменные качества хитозана, возможность электростатических взаимодействий с компонентами напитка, проявление комплексообразующих свойств могут быть широко востребованы производителями напитков при разработке соответствующих технологий [6, 7].

Хитозан обладает мощным положительным зарядом, который позволяет ему связываться с отрицательно заряженными поверхностями, в том числе полифенольными веществами, полисахаридами, жирами и клетками микроорганизмов, что особенно важно для дальнейшего развития технологии напитков, в том числе фруктово-ягодного и плодового виноделия. Некоторые исследования указывают, что заряд хитозана также помогает ему связывать в прочные комплексы бактериальные и дрожжевые клетки [7], обуславливающие биологическое помутнение коллоидных систем напитков. В связи с этим, исследование эффективности применения хитозана как стабилизатора коллоидной системы напитка является актуальным и перспективным.

Хитозан подавляет рост широкого спектра бактерий и грибов. Многочисленными учеными хитозан изучался с точки зрения бактериостатической/ бактерицидной/ фунгицидной

активности, поскольку имеет ряд преимуществ по сравнению с другими типами дезинфицирующих средств, как обладающий более высокой антибактериальной и фунгицидной активностью, более широким спектром действия, более высокой скоростью уничтожения и более низкой токсичностью по отношению к клеткам [8-10].

В качестве объектов исследования выступали образцы полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков.

Предмет исследований — процесс сорбции мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения напитков.

Цель исследований — оценить сорбционные свойства хитозана в отношении к потенциальным мутеобразующим компонентам, вызывающим биологические помутнения коллоидных систем напитков.

**Материалы и методы исследований.** Выполнена оценка элиминации потенциально мутеобразующих компонентов из полуфабрикатах плодово-ягодных виноматериалов и соков (ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь»):

- ♦ сок черноплодной рябины,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10%,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки),
- ♦ вино «Софи».

Определение общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) выполняли методом глубинного посева на питательную среду общего назначения мясо-пептонный агар (МПА). По 1 см<sup>3</sup> из исходных проб вносили на дно стерильной чашки Петри, заливали расплавленным и охлажденным до 45 °С МПА. Остывшие чашки переворачивали вверх дном и помещали в термостат на 48 ч при 37 °С (рис. 1).

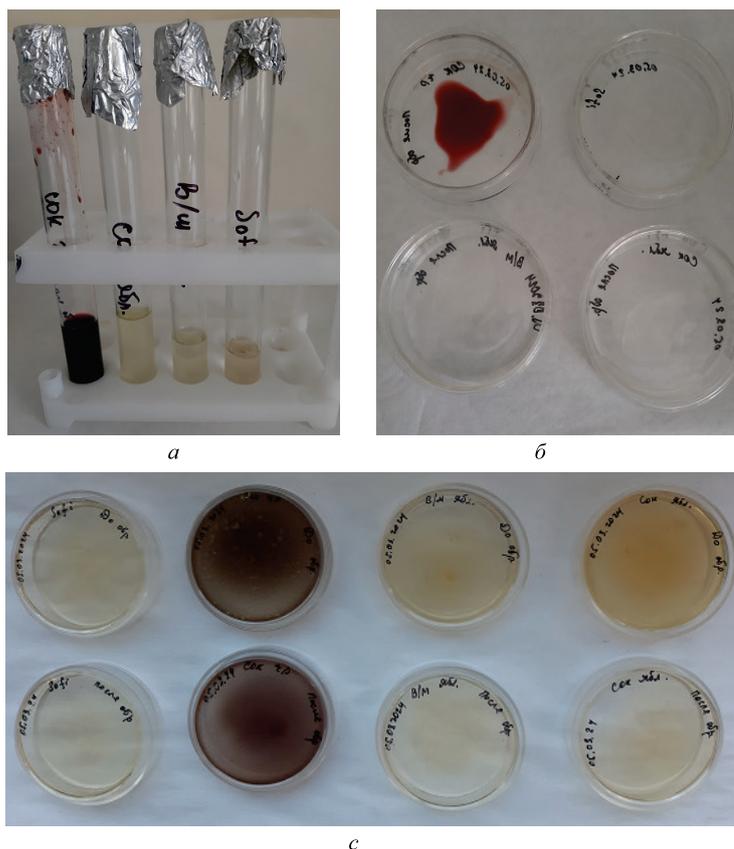
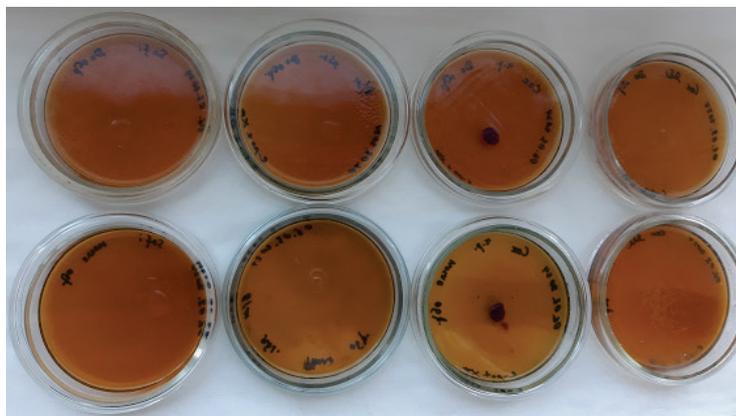


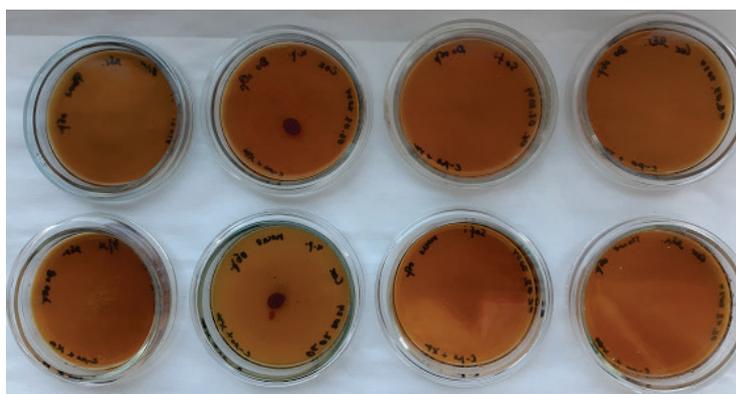
Рис. 1. Этапы выполнения посева: а — исходные образцы, б — чашки Петри с 1 см<sup>3</sup> суспензии, с — чашки Петри после внесения МПА  
 Fig. 1. Stages of inoculation: a — initial samples, б — Petri dishes with 1 cm<sup>3</sup> of suspension, с — Petri dishes after adding MPA

После завершения инкубирования чашек Петри подсчитывали количество колоний, выросших на поверхности и в толще агара.

Определение численности дрожжевых и мицелиальных грибов выполняли методом поверхностного посева на селективную питательную среду Сабуро с хлорамфениколом (препятствует росту бактерий). По 0,1 см<sup>3</sup> из исходных проб вносили на поверхность стерильной среды, предварительно разлитой в чашки Петри (рис. 2) и растирали шпателем Дригальского. Чашки переворачивали вверх дном и оставляли в аэробных условиях при комнатной температуре (25 °С) на 5 суток.



а



б

Рис. 2. Этапы выполнения посева: а — чашки Петри с 0,1 см<sup>3</sup> суспензии, б — чашки Петри после растирания шпателем  
 Fig. 2. Stages of sowing: а — Petri dishes with 0.1 cm<sup>3</sup> of suspension, б — Petri dishes after rubbing with a spatula

Определение численности дрожжевых грибов выполняли методом прямой микроскопии в камере Горяева. На предметном стекле предварительно смешивали по 0,03 см<sup>3</sup> спиртового раствора метиленового синего и исследуемого образца (рис. 3). Подготовленной смесью заполняли камеру Горяева и через 2-3 минуты микроскопировали с помощью микроскопа «МИКМЕД-6», оснащенного объективом с увеличением  $\times 40$  и видеоокуляр «TourCam» 14.0 MP.

В препаратах просматривали 15 больших квадратов камеры Горяева, в каждом из них подсчитывали количество клеток, рассчитывали среднее значение. Пересчет численности дрожжевых грибов на 1 см<sup>3</sup> исследуемого материала вычисляли по формуле (1):

$$N = \frac{a \times K \times 1000}{h \times S}, \quad (1)$$

где  $N$  — число клеток в 1 см<sup>3</sup> суспензии;  $a$  — среднее число клеток в большом квадрате;  $h$  — глубина камеры (0,1 мм);  $S$  — площадь большого квадрата (0,04 мм<sup>2</sup>);  $K$  — разведение исходной суспензии (10<sup>0</sup>); 1000 — коэффициент пересчета мм<sup>3</sup> в см<sup>3</sup>.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Методом глубинного посева на мясо-пептонный агар установлено, что КМАФАнМ в исходных не обработанных субстратах составляло (рис. 4):

- ♦ сок черноплодной рябины — 8 КОЕ/см<sup>3</sup>,

- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10%) — 14 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(2,811 \pm 0,385) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(1,7136 \pm 0,1334) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

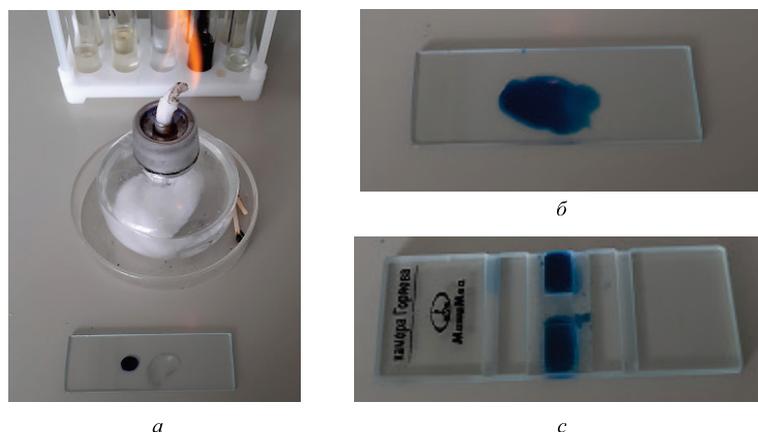


Рис. 3. Этапы подготовки препарата для микроскопии:  
 а — капли суспензий на предметном стекле, б — смесь, с — камера Горяева  
 Fig. 3. Stages of preparation of a preparation for microscopy:  
 а — drops of suspensions on a glass slide, б — mixture, с — Goryaev chamber

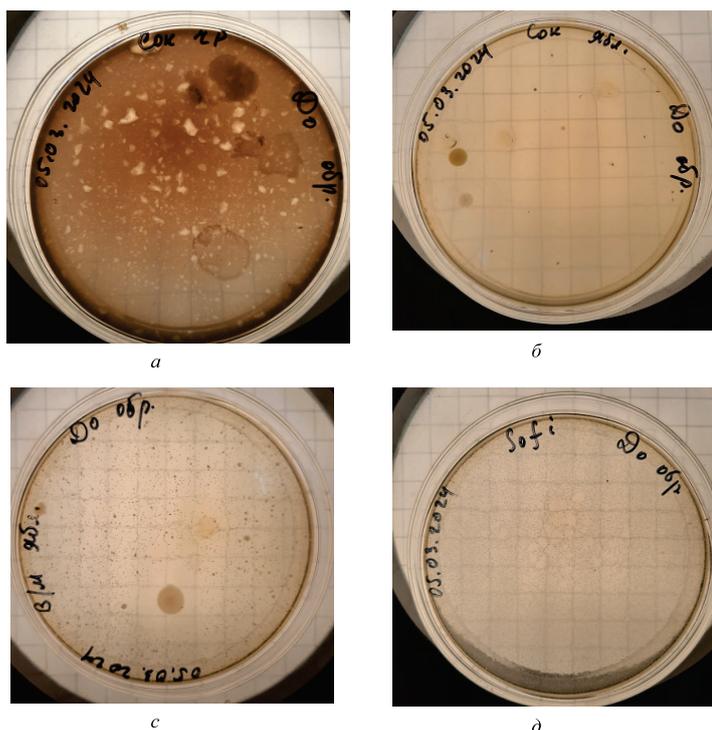


Рис. 4. Результаты посева на МПА не обработанных субстратов после 48 ч. культивирования:  
 а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный,  
 с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»  
 Fig. 4. Results of sowing untreated substrates on MPA after 48 hours of cultivation:  
 а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

Образцы хитозана со степенью деацетилирования 92-97%, полученные в ходе кислот-но-щелочного гидролиза из инактивированной биомассы продуцента лимонной кислоты, вносили в полуфабрикаты плодового виноделия (ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь») при гидромодуле 1:100, температуре контакта фаз:  $19 \pm 1^\circ\text{C}$ , экспозиции  $55 \pm 5$  минут, после чего отделяли вносимый сорбент, а сорбат анализировали классическими микробио-

логическими методами исследования. В качестве контрольных образцов выступали необработанные продукты плодового виноделия.

После обработки образцами хитозана КМАФАНМ в анализируемых материалах (рис. 5) снизилось до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 1 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10%) — 2 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(1,478 \pm 0,934) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Установлено многократное снижение общей обсемененности соков (в 6–8 раз) и полуфабрикатов — в  $10^1$ – $10^3$  раз.

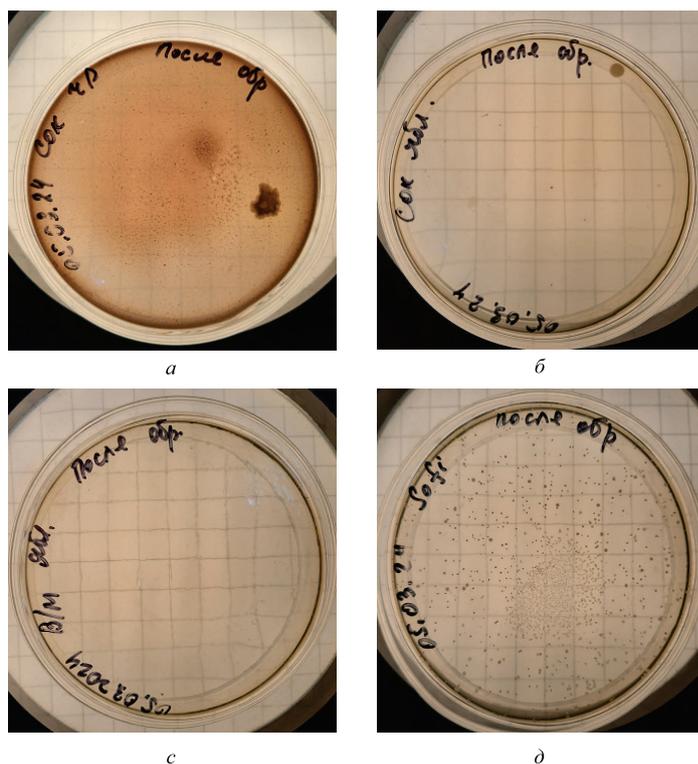


Рис. 5. Результаты посева на МПА обработанных хитозаном субстратов после 48 ч. культивирования: а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный, с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»

Fig. 5. Results of sowing chitosan-treated substrates on MPA after 48 hours of cultivation: а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

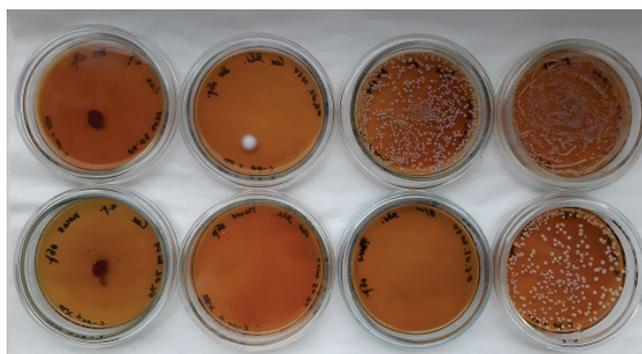
В поверхностном посеве по методу Дригальского на среду Сабуро с хлорамфениколом установлено присутствие в некоторых из анализируемых субстратов колониеобразующих единиц дрожжевых и мицелиальных грибов (рис. 6), исходная численность которых составляла:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10 % — 10 КОЕ/см<sup>3</sup> (только мицелиальные грибы),
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(1,5876 \pm 0,1748) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> (только дрожжевые грибы),
- ♦ вино «Софи» —  $(4,1738 \pm 0,8677) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> (только дрожжевые грибы).

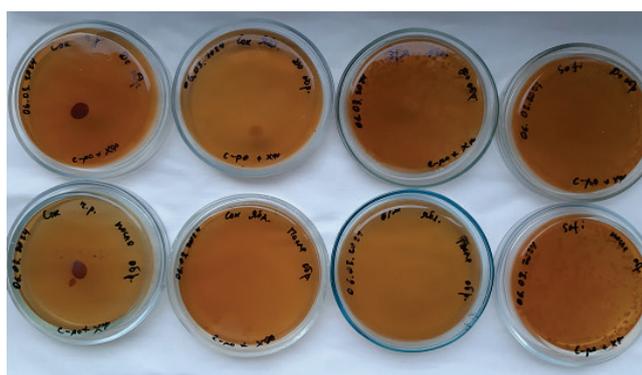
После обработки анализируемых субстратов образцами хитозана мицелиальные грибы в посевах не обнаруживались, а численность дрожжевых грибов снизилась до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный наброд 10 % — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(1,3923 \pm 0,1935) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(2,52 \pm 0,28) \times 10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Использованная питательная среда угнетает рост бактерий и является селективной по отношению к микроскопическим грибам. В виноматериале наблюдается уменьшение количества КОЕ грибов на 23 %, а в образце вина «Софи» — в 17 раз.

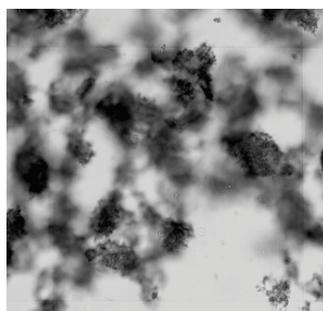


а

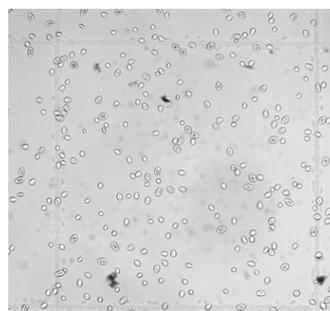


б

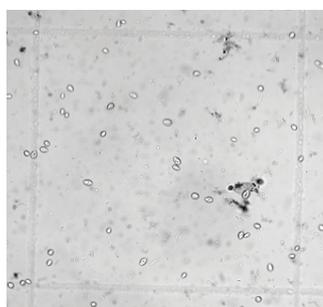
Рис. 6. Результаты посева на среду Сабуро с хлорамфениколом необработанных субстратов после 5 суток культивирования: а — вид чашек Петри сверху, б — вид чашек Петри снизу  
 Fig. 6. Results of inoculation of untreated substrates on Sabouraud's medium with chloramphenicol after 5 days of cultivation: а — top view of Petri dishes, б — view of Petri dishes from below



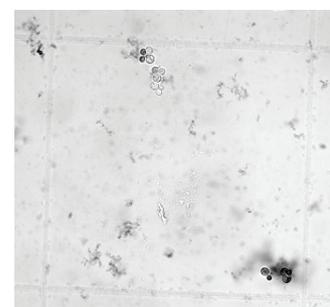
а



б



с



д

Рис. 7. Микроскопическая картина при исследовании не обработанных субстратов: а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный, с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»  
 Fig. 7. Microscopic picture when examining untreated substrates: а — chokeberry juice, б — fermented alcoholic apple juice, с — apple wine material, д — "Sophie" wine

Подсчет клеток дрожжей в камере Горяева показал, что их численность в исследуемых образцах до обработки хитозаном составляла:

- ♦ сок черноплодной рябины —  $4,6875 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> (единичные клетки, редко встречаемые);
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10 % —  $5,7265 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $7,1406 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ вино «Софи» —  $1,1563 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup> (рис. 7).

После обработки анализируемых субстратов образцами хитозана (рис. 8) численность дрожжевых грибов снизилась до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10 %) —  $4,3438 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $1,5625 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ вино «Софи» —  $1,7188 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

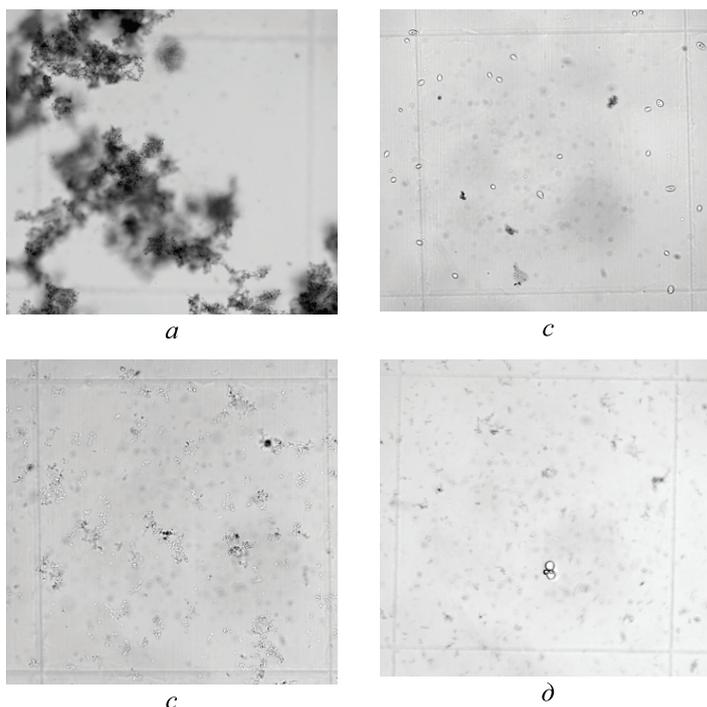


Рис. 8. Микроскопическая картина обработанных субстратов: а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный, с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»  
 Fig. 8. Microscopic picture of the processed substrates: а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

Обработка хитозаном позволила уменьшить содержание клеток дрожжей в исследуемых материалах: вино «Софи» — в 6,7 раза, сок яблочный сброженно-спиртованный — в 13 раз, виноматериал яблочный — более чем 100-кратно, сок черноплодной рябины — полное удаление.

**Заключение.** Установлена антибактериальная активность хитозана в отношении мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также дрожжевых и мицелиальных грибов, что, несомненно, имеет важное прикладное значение в том числе в области элиминации потенциальных мутеобразующих компонентов биологической этиологии в технологиях натуральных фруктово-ягодных и плодово-ягодных напитков.

**Благодарности.** Экспериментальные исследования выполнены в рамках гранта отдельных проектов Министерства образования Республики Беларусь «Использование вторичных продуктов биотехнологического синтеза лимонной кислоты для получения хитозана и его олигомеров» (договор №01-23 от 28.08.2023, номер госрегистрации 20231556).

#### Список использованных источников

1. Изучение процесса осветления плодового вина методом микрофльтрации на плосколистных мембранных элементах / О. А. Кувшинова [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2020. — Т. 9, №. 4. — С. 98–102.

2. *Егорова, О. С.* Факторы, влияющие на качество и сроки годности напитков брожения из плодового сырья: Обзор предметного поля / О. С. Егорова, Д. Р. Акбулатова, А. А. Шилкин // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2023. — № 2. — С. 14–32.
3. *Гурова, В. Н.* Стабилизация фильтрационно-седиментационных свойств преддефектованного сока при использовании ферментных препаратов / В. Н. Гурова // *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного*. — 2021. — С. 78.
4. *Датиева, Б. А.* Влияние способов обработки на качество пива / Б. А. Датиева // *Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»*. — 2021. — С. 279–281.
5. *Клочко, А. В.* Причины и характер помутнений виноматериалов и вин и способы их обработки / А. В. Клочко, Г. И. Касьянов // *Устойчивое развитие, экологически безопасные технологии и оборудование для переработки пищевого сельскохозяйственного сырья; импортоопережение*. — 2016. — С. 186.
6. *Чермит, З. М.* О применении препаратов хитозана в пищевой промышленности / З. М. Чермит, Н. М. Агеева // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. — 2016. — № 39. — С. 192–208.
7. *Ловкис, З. В.* Стабилизация пива при коллоидных помутнениях с использованием сорбционного потенциала хитозана / З. В. Ловкис, М. М. Трусова, О. В. Павлова // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2022. — Т. 15, №3 (57). — С. 47–54.
8. *Попова, Э. В.* Биологическая активность хитозана с разной молекулярной массой / Э. В. Попова [и др.] // *Вестник защиты растений*. — 2017. — № 3 (93). — С. 28–33.
9. *Актуганов, Г. Э.* Устойчивость к хитозану бактерий и микромицетов, различающихся по способности к продукции внеклеточных хитиназ и хитозаназ / Г. Э. Актуганов [и др.] // *Микробиология*. — 2018. — Т. 87, № 5. — С. 599–609.
10. *Сафина, В. Р.* Антимикробная активность хитоолигомеров, полученных деструкцией хитина и хитозана в электронно-пучковой плазме / Сафина В. Р. [и др.] // *Известия Уфимского научного центра РАН*. — 2018. — № 3-3. — С. 34–40.

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

*Павлова Оксана Валерьевна*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии, физиологии и гигиены питания учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: pavlova@grsu.by

*Колесник Ирина Михайловна*, старший преподаватель кафедры экологии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: i.kolesnik@grsu.by

*Трусова Мария Михайловна*, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии, физиологии и гигиены питания учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, д. 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: brui.92@mail.ru

#### Information about authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Chief Researcher of 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: Lovkis.zv@mail.ru

*Pavlova Oksana Valerievna*, PhD (Technical), Associate Professor, Head of the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, Educational Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: pavlova@grsu.by

*Kolesnik Irina Mikhailovna*, senior lecturer of the Department of Ecology of the Educational Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: i.kolesnik@grsu.by

*Maria Mikhailovna Trusova*, Master of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, Educational Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: brui.92@mail.ru

УДК 664.31

Поступила в редакцию 26.06.2024  
Received 26.06.2024**К. И. Жакова, А. В. Пчельникова, В. Н. Бабодей***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА НА  
ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭМУЛЬСИОННЫХ  
ПРОДУКТОВ ПРЯМОГО ТИПА**

**Аннотация.** В статье представлена информация о динамике окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа (майонезов) в зависимости от применяемых ингредиентов, в том числе жиросодержащего сырья.

**Ключевые слова:** жировые эмульсионные продукты, окислительная устойчивость, сырье, индукционный период.

**Ch. I. Zhakova, A. V. Pchelnikova, V. N. Babodey***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE RECIPE COMPOSITION ON THE  
OXIDATIVE STABILITY OF DIRECT TYPE EMULSION PRODUCTS**

**Abstract.** The article the information on the dynamics of oxidative stability of direct-type emulsion products (mayonnaise) depending on the ingredients used, including fat-containing raw materials are provides.

**Keywords:** fat emulsion products, oxidative stability, raw materials, induction period.

**Введение.** Окислительные изменения жиров неизбежны при хранении любого жиросодержащего продукта питания. Майонез и подобные ему соусы являются многокомпонентными продуктами на основе жидких растительных масел с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и различных вкусовых добавок. Наличие в майонезной продукции жировых, белковых ингредиентов, воды обуславливает возможность параллельного протекания и автокаталитических, и биохимических окислительных реакций.

С точки зрения коллоидной химии майонезы представляют собой вязкую многокомпонентную тонкодисперсную концентрированную эмульсию прямого типа «масло в воде» [1]. Структурная устойчивость эмульсии, ее однородность и стабильность консистенции при длительном хранении, в условиях изменяющихся температурных режимов, при транспортировании определяет не только товарный вид продукта, но и стойкость в отношении окислительных и микробиологических процессов [2].

Стабильность эмульсий, как правило, связана со степенью дисперсности жировой фазы, т.е. уменьшение размера капель масла приводит к увеличению площади поверхности раздела фаз и, соответственно, контакта между жировой и водной фазами, что, в свою очередь, оказывает влияние и на динамику окислительных процессов жировой фазы [2–4]. Кроме того, большое значение имеет фактическая толщина пограничного слоя между каплями — более толстая и более плотная поверхность раздела фаз способна обеспечить большую защиту эмульгированного масла благодаря снижению доступности водорастворимых прооксидантов [2].

Из литературных данных, касающихся исследований динамики процессов окисления жировой фазы пищевых эмульсионных продуктов, известно, что эмульгирующие и стабилизирующие компоненты, которые обеспечивают физическую стабильность, могут влиять и на стойкость готового продукта к окислению [5].

Также значительное влияние оказывает и уровень рН продукта: как правило, самая низкая скорость окисления имеет место при рН около 7, по мере понижения рН усиливается растворение металлов, в результате чего во многих продуктах окисление обычно ускоряется; сдвиг рН в щелочную область в большинстве случаев не ускоряет окисление [6, 7].

Высокая влажность эмульсионных жировых продуктов прямого типа, наличие в них белковых и минеральных веществ способствуют развитию микрофлоры, а, следовательно, интенсивному протеканию процессов биохимического прогоркания. Микроорганизмы, в том числе плесени и дрожжи, вырабатывают ферменты липазу и липоксигеназу. Липаза гидролизует жиры, а образовавшиеся в результате гидролиза свободные жирные кислоты окисляются при участии фермента липоксигеназы [8].

Для производства майонезной продукции используют следующие виды основного сырья:

- ♦ масла растительные рафинированные дезодорированные;
- ♦ яичные и молочные продукты;
- ♦ сахар, соль поваренную пищевую йодированную;
- ♦ регуляторы кислотности, стабилизаторы, загустители, ароматизаторы, вкусоароматические добавки, специи и пряности;
- ♦ воду питьевую.

Сырье, применяемое для изготовления майонезной продукции, должно соответствовать гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, установленным в ТР ТС 021/2011, СанПиН и ГН от 21.06.2013 №52, Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010 г. (глава II, раздел 1), ГН 10-117.

Пищевые добавки и их применение должны соответствовать требованиям ТР ТС 029/2012, СанПиН и ГН от 12.12.2012 №195, Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010 г. (глава II, раздел 22).

В качестве жировой основы для майонезных продуктов используют растительные масла. Все растительные масла, используемые при изготовлении майонезной продукции, должны быть подвергнуты полной рафинации, включая дезодорацию, при этом кислотное число не должно превышать 0,6 мг КОН/г; перекисное число — не более 10 мэкв активного кислорода/кг.

Устойчивость жиров и масел к окислению обусловлена расположением, геометрической конфигурацией и количеством двойных связей. Так, для линоленовой кислоты, имеющей три двойных связи, относительная скорость окисления в два раза выше, чем для линолевой, в молекуле которой две двойных связи, мононенасыщенная олеиновая кислота, имеющая одну двойную связь, наиболее устойчива к окислению из трех рассмотренных жирных кислот [8].

Яичные, молочные ингредиенты, горчичный порошок — природные пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ), представляющие собой белково-липидные комплексы, которые применяются в качестве эмульгаторов при производстве майонезной продукции.

Яичные продукты, с точки зрения химического состава (табл. 1), представляют собой сложную структуру, основой которой является протеиново-фосфолипидный комплекс, при этом протеины являются высокомолекулярными ПАВ, а фосфолипиды — низкомолекулярными [8, 9].

Таблица 1. Химический состав яичных продуктов [9]  
Table 1. Chemical composition of egg products [9]

Яичный продукт	Белок, %	Липиды, %	Фосфолипиды, %	Сухие вещества желтка, %
Яичный продукт (сухой меланж)	46,0	37,3	11,7	34,0
Сухой яичный желток	31,1	52,2	16,8	95,0

В молекуле белка имеются участки с ковалентными (растворимыми в масле) и ионными (растворимыми в воде) связями. Белок и желток яйца имеют различный состав протеинов. Белок состоит, в основном, из протеинов, которые обуславливают такие его функциональные свойства при производстве майонезов, как растворимость в водной фазе, способность диспергировать, а также бактерицидное действие (лизоцим). В желтке содержатся как белки (вителлин, липовителлин, ливетин, фосфитин), так и липиды, важнейшим из которых являет-

ся лецитин, представляющий собой смесь липидов с содержанием минимум 50% полярных липидов (фосфолипидов). Полярные липиды являются активными ингредиентами лецитина и придают ему эмульгирующие свойства [10].

При использовании яичного желтка в промышленном производстве могут возникать проблемы, связанные с его недостаточной температурной и механической устойчивостью, что приводит к нарушению образования эмульсии. Поэтому часто в производстве применяется яичный желток, ферментативно модифицированный фосфолипазой А2, превращающей путем гидролиза лецитин яичного желтка в лизолецитин, что дает возможность в условиях высоких температур получать стойкие эмульсии, обладающие заданной вязкостью, реологией и возможностью длительного хранения. Взаимодействие ферментированного желтка со стабилизаторами, загустителями-структурообразователями, такими как гуаровая и ксантановая камеди, карбоксиметилцеллюлоза, альгинаты и модифицированные крахмалы, происходит в основном по пути синергизма. Это связано с тем, что все вышеперечисленные агенты создают в растворах пространственные решетки с наличием полярных групп, с которыми связываются молекулы лизофосфолипидов желтка, что делает эмульсию более прочной. Поэтому такой эффект позволяет существенно снижать дозировки структурообразователей при применении ферментированного желтка даже для средне- и низкожирных майонезов [11].

Однако не рекомендуется совместное применение ферментированного желтка и эмульгирующих крахмалов, так как велика вероятность возникновения феномена «конкурентного эмульгирования». Это связано с тем, что и лизолецитин, и эмульгирующий крахмал являются сильными эмульгаторами, однако принцип связывания жировых мицелл у них разный, и различны структуры мембран на поверхности раздела фаз эмульсии. На практике это может приводить к неоднородной структуре майонеза, его творожистости [11].

Из молочных продуктов в качестве эмульгаторов используют сухое обезжиренное и цельное молоко, сухие сливки, сухую молочную сыворотку и другие молочные продукты.

Основной фракцией белков молока является казеиновый комплекс (около 80%), остальные белки молока (12–17%) называют сывороточными белками: растворимая фракция — лактальбумин, нерастворимая — лактоглобулин. Протеины молока взаимодействуют с эмульгируемыми жирами с образованием естественного комплекса эмульгаторов липопротеинов [11].

Для устойчивости высокожирных майонезов в отдельных случаях достаточно только эмульгатора, что касается средне- и низкожирных эмульсий, для придания им долговременной устойчивости в рецептуре вводят стабилизаторы — гидроколлоиды. Стабилизаторы представляют собой высокомолекулярные вещества, в составе молекул которых присутствуют гидрофильные группы, взаимодействующие с водой. Вследствие своего строения они связывают воду с образованием трехмерной сетчатой структуры, повышая тем самым вязкость непрерывной водной фазы и препятствуя седиментации.

Технологические свойства основных видов стабилизаторов приведены в табл. 2 [12].

Таблица 2. Свойства стабилизаторов, применяемых в масложировой промышленности [12]

Table 2. Properties of stabilizers used in the oil and fat industry [12]

Свойства	Камеди			Альгинат-натрия	Пропиленгликольальгинат
	ксантан	гуаровая	рождового дерева		
Растворимость в холодной воде	+	+	–	+	+
				(в присутствии Ca <sup>2+</sup> )	
Термостабильность	+	+	+	+/-	+
pH среды	1-13	2-10	3-10	3-10	2-5
Текстура	Короткая	Длинная липкая	Короткая	Короткая твердая липкая	Короткая текучая

В рецептурах низкожирных соусов, содержащих большое количество воды, для увеличения стабильности эмульсии помимо стабилизаторов используют загустители-структуризаторы, чаще всего модифицированные крахмалы [11]. Модифицированные крахмалы обладают высокой вязкостью, устойчивы к жестким условиям процессов производства, стабильны при низких температурах и при замораживании—оттаивании.

Вкусовые добавки, используемые в майонезах и соусах, включают в себя различные вкусовые, вкусоароматические и пряные вещества.

Горчичный порошок — один из важных компонентов рецептуры майонеза, именно он делает этот соус неповторимым, но его использование в рецептуре имеет ряд ограничений. Известно, что «высокоэфирный» порошок отрицательно влияет на стойкость эмульсии, особенно в майонезах, содержащих крахмал, за счет воздействия фермента мирозиназы на амилазу [13].

Регуляторы кислотности (пищевые кислоты (уксусная, молочная или лимонная)) при добавлении в майонезы являются как вкусовыми добавками, так и консервантами, за счет снижения уровня pH. Регуляторы кислотности вводят в смесь на заключительной стадии процесса во избежание разрушения эмульсии.

Консерванты в майонезной продукции играют очень большую роль, продлевая сроки сохранности продукта, их условно можно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием, помимо других полезных свойств. Первые, например, соли сорбиновой и бензойной кислот, влияют непосредственно на микроорганизмы, вторые, например, регуляторы кислотности, изменяют условия их роста и размножения (pH среды).

Цель представленной работы заключалась в исследовании влияния рецептурного состава на показатели окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись масло рапсовое по СТБ 1486, масло подсолнечное по ГОСТ 1129, яичный желток ферментированный сухой и яичный порошок по ГОСТ 30363, молоко сухое обезжиренное и молоко сухое цельное по СТБ 1858, порошок горчичный по ТУ 9146-004-52303135.

Индукционный период масел оценивали методом рансиметрии (ускоренного окисления) в соответствии с ГОСТ 31758-2012 (ISO 6886:2006).

Перекисное число определяли по СТБ ГОСТ Р 51487.

**Результаты исследований и их обслуживание.** Анализируя действующие в Республике Беларусь рецептуры на майонезную продукцию, определен состав усредненной рецептуры майонеза «Провансаль» 67% жирности (табл. 3).

Таблица 3. Рецептурный состав майонеза «Провансаль»  
Table 3. Recipe composition of «Provencal» mayonnaise

Наименование сырья	Массовая доля компонентов, %
Масло растительное рафинированное дезодорированное	65,0
Сухой яичный желток (яичный порошок)	3,8(5,0)
Уксус из пищевого сырья спиртовой 9%	4,0
Молоко коровье сухое	2,0
Сахар	1,5
Соль поваренная пищевая йодированная	1,0
Порошок горчичный	0,7
Натрий двууглекислый	0,05
Вода	20,75
Итого	100,0

В соответствии с представленным составом определен перечень жиросодержащего сырья, которое может оказывать непосредственное влияние на окислительную устойчивость масло-жировых эмульсий прямого типа:

- ♦ масла растительные рафинированные дезодорированные (рапсовое и подсолнечное);
- ♦ яичные продукты (яичный порошок (меланж), сухой ферментированный яичный желток);
- ♦ молочные продукты (молоко сухое цельное и обезжиренное);
- ♦ горчичный порошок.

Предварительно оценено влияние отобранных рецептурных ингредиентов на индукционные периоды исследуемых масел. В исследуемые масла вводились рецептурные ингредиенты в количестве 20% от массы масла. Исследования показали, что введение сухого яичного желтка и яичного порошка увеличивает продолжительность индукционного периода рапсового масла в 2,1-1,7 раза соответственно, подсолнечного масла в 1,7-1,5 раза (рис. 1).

Данная зависимость, по-видимому, объясняется составом фосфолипидного комплекса яичных продуктов. Антиоксидантное действие лецитина, как и большинства других пищевых антиоксидантов, связано с подавлением реакций автоокисления непредельных органических соединений, прежде всего ненасыщенных жирных кислот, в составе липидов [14].

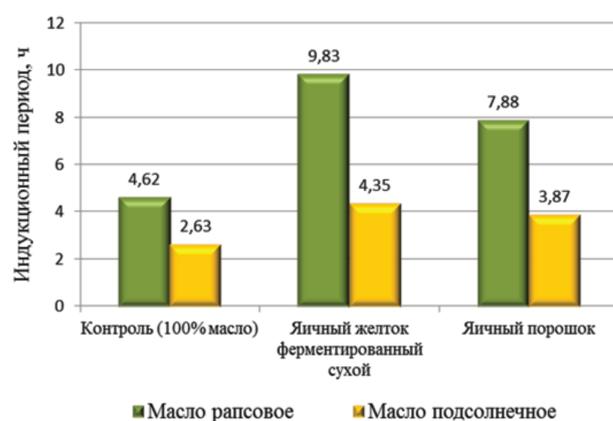


Рис. 1. Индукционный период исследуемых масел при введении яичных продуктов  
 Fig. 1. Induction period of the studied oils upon administration egg products

Практически все исследователи отмечают, что значительное антиоксидантное действие лецитинов наблюдалось в присутствии токоферолов, и функция фосфатидилхолина (основного компонента фосфолипидов лецитина яиц) состояла в усилении ингибирующего действия токоферола, возможно, путем его восстановления из продуктов окисления [15–17].

Лецитин может выступать и в качестве синергиста других антиоксидантов, как хелатор поливалентных металлов. Явление синергизма заключается в том, что антиоксидантная активность, полученная при сочетании индивидуальных компонентов, намного превосходит суммарный вклад каждого антиоксиданта в отдельности. Хелатирование поливалентных металлов резко снижает скорость инициации цепей окисления, что при условии присутствия антиоксиданта, способного ингибировать свободные радикалы, приводит к значительному увеличению общей антиоксидантной активности системы [18].

С увеличением массовой доли молочного жира происходит снижение индукционного периода для обоих видов растительных масел (рис. 2).

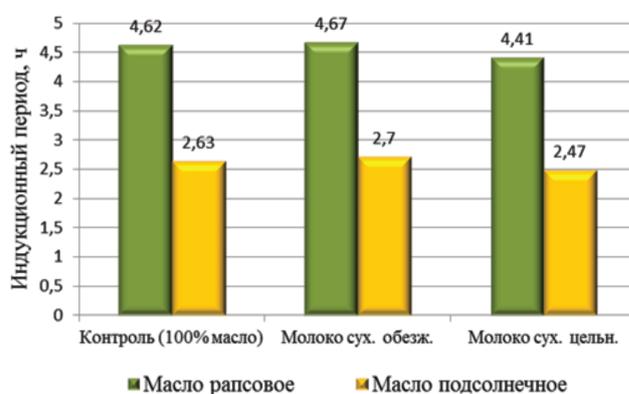


Рис. 2. Индукционный период исследуемых масел при введении молочных продуктов  
 Fig. 2. Induction period of the studied oils upon administration dairy products

Так, если при введении обезжиренного молока индукционные периоды исследуемых масел практически не изменились, то при введении цельного молока они сократились на 4,5–6,1%, что, по-видимому, связано с низким содержанием природных антиоксидантов. Высокое содержание свободного жира, солей меди и железа (более 10 мг/кг сухого вещества молока) также способствует окислению [19].

Введение горчичного порошка не оказывает существенного влияния на индукционный период исследуемых масел.

Следует учесть тот факт, что данные исследования по определению влияния рецептурных ингредиентов на показатели индукционных периодов растительных масел проводились без учета изменений, которые могут происходить в результате первичной или вторичной бактериальной обсемененности сырья.

Яичные и молочные продукты, горчичный порошок представляют наибольшую опасность с точки зрения бактериальной обсемененности сырья. Наличие в майонезных продуктах воды, белковых, жировых ингредиентов обуславливает возможность параллельного протекания наряду с автокаталитическими окислительными реакциями микробиологических, гидролитических процессов, приводящих к активизации биохимического окисления.

Сахар также может служить источником бактериальной обсемененности. Соль при добавлении в эмульсии может, с одной стороны, вызвать замедление роста микроорганизмов, а с другой — инфицировать готовый продукт.

Поэтому соблюдение санитарно-гигиенических условий с целью недопущения заражения микрофлорой сырья и готовой продукции — неотъемлемая часть любого производства продуктов питания.

С целью определения влияния рецептурных ингредиентов на показатели окислительной устойчивости в лабораторных условиях были изготовлены образцы эмульсий. В качестве жирового компонента использовалось рапсовое масло в количестве 65%. Кроме исследуемых ингредиентов для предотвращения микробиологической порчи в состав эмульсии вводили уксус спиртовой 9%, в качестве стабилизатора и загустителя — компаунд Гелеон 110С (смесь ксантановой, гуаровой камеди и камеди рожкового дерева, пр-ва «Союзснаб», РФ). Состав исследуемых эмульсий представлен в табл. 4.

Таблица 4. Состав экспериментальных эмульсий  
Table 4. Composition of experimental emulsions

Наименование сырья	Массовая доля компонентов по вариантам рецептуры, %					
	Контроль	1	2	3	4	5
Масло рапсовое рафинированное дезодорированное	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
Гелеон 110С	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Яичный желток ферментированный сухой	-	3,6	-	-	-	-
Яичный порошок	-	-	5,0	-	-	-
Молоко сух. обезж.	-	-	-	2,0	-	-
Молоко сух. цельн.	-	-	-	-	2,0	-
Порошок горчичный	-	-	-	-	-	0,7
Уксус спиртовой 9%	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Вода	30,5	26,9	25,5	28,5	28,5	29,8
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

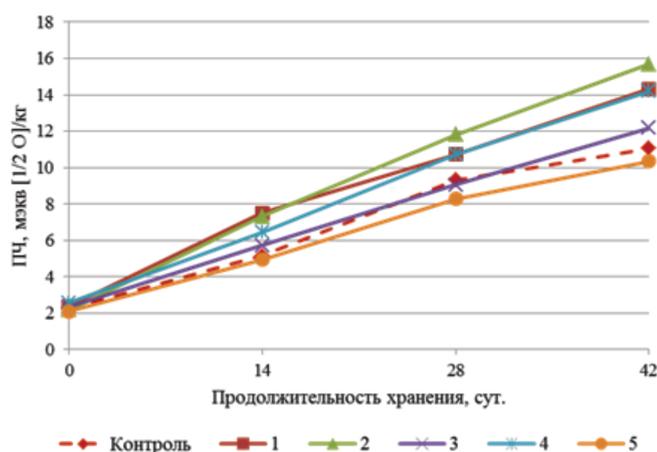


Рис. 3. Динамика перекисного числа жировой фазы экспериментальных эмульсий при 8±2°C  
Fig. 3. Dynamics of the peroxide value of the fat phase of experimental emulsions at 8±2°C

Приготовление экспериментальных эмульсий осуществляли с помощью перемешивающего устройства ПЭ-8300 (скорость вращения — 350 об/мин). Исследуемый ингредиент смешивали с водой до получения однородной пасты, в которую постепенно вводили масло с размешанным в нем стабилизатором до образования стабильной эмульсии (время переме-

шивания 5 мин.). После этого добавляли уксус и продолжали перемешивание еще 5 минут. Показатель pH готовых эмульсий составил 3,9–4,1. Приготовленные эмульсии переносили в стерильные банки с завинчивающимися крышками и помещали для хранения в холодильник (температура хранения  $8 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

В полученных эмульсиях с периодичностью 2 недели определяли перекисное число. Продолжительность экспериментального хранения определялась по достижению или превышению у всех образцов значения перекисного числа жировой фазы равного 10 мэкв [S O]/ кг.

Исследования показали, что пищевые эмульсии масло/вода, сильно подвержены окислению. При этом введение яичных продуктов, сухого цельного молока наряду с кислой средой еще более активизирует данные процессы (рис. 3).

Так перекисное число эмульсий с введением ферментированного желтка увеличилось на 42 день хранения в 6 раз, с введением яичного порошка — в 7,2 раза. Это на 23–47% превосходит изменения, наблюдающиеся в контрольной эмульсии.

По мнению многих исследователей, низкий уровень pH, запускает процессы высвобождения железа из комплекса фосфитин-железо в яичном желтке, в результате разрушения ионных мостиков между железом и белками яичного желтка. Ионы железа становятся активными инициаторами окисления липидов, что приводит к появлению свободных радикалов и снижению окислительной устойчивости пищевых эмульсий прямого типа [20].

Высокое содержание солей меди и железа в сухом молоке также способствует быстрому окислению, хоть и в меньшей степени, чем яичные продукты. Перекисное число эмульсий с введением обезжиренного и цельного молока увеличилось в 5,2–5,6 раза, что на 6–13% превосходит изменения в контроле. Введение горчичного порошка не выявило существенных изменений, что возможно связано с его малой дозировкой.

**Заключение.** Таким образом, прогнозирование окислительных процессов в пищевых эмульсиях прямого типа затруднено с учетом множества факторов, влияющих на окисление липидов в этих системах, таких как pH, взаимодействие компонентов и т. д.

Исследования показали отсутствие однозначных результатов в оценке влияния жиросодержащих рецептурных ингредиентов на индукционные периоды растительных масел и перекисное число эмульсий. В результате изменения условий протекания реакций, в том числе pH дисперсионной среды, изменяется характер взаимодействий компонентов дисперсной фазы.

Так, введение сухого яичного желтка и яичного порошка увеличивает продолжительность индукционного периода рапсового масла в 2,1–1,7 раза соответственно, подсолнечного масла — в 1,7–1,5 раза, что связано с антиоксидантной активностью фосфолипидов лецитина. В то же время низкий уровень pH (около 4) прямых эмульсий запускает процессы высвобождения железа из комплекса фосфитин-железо во введенных яичных продуктах, в результате чего ионы железа становятся активными инициаторами окисления липидов в прямых эмульсиях. Перекисное число эмульсий с введением ферментированного желтка увеличилось на 42 день хранения в 6 раз, с введением яичного порошка — в 7,2 раза, что на 23–47% превосходит изменения, наблюдающиеся в контрольной эмульсии.

Обезжиренное молоко практически не изменяет индукционный период исследуемых масел; цельное молоко сокращает его на 4,5–6,1%, что, по-видимому, связано с низким содержанием природных антиоксидантов.

Кроме того, высокое содержание солей меди и железа в сухом молоке инициирует процесс быстрого окисления эмульсий, перекисное число эмульсий при этом увеличивается в 5,2–5,6 раза, что на 6–13% превосходит изменения в контроле; горчичный порошок не выявил достоверных изменений, что можно объяснить его малой дозировкой в проводимых исследованиях.

#### Список использованных источников

1. *Восканян, О. С.* Научные основы производства эмульсионных продуктов / О. С. Восканян, В. Х. Паронян, С. В. Круглов, Г. И. Козырина. — М.: Пищепромиздат, 2003. — 55с.
2. *Тарасова, Л. И.* Пищевые волокна SenseFi - стабилизаторы структуры и качества / Л.И. Тарасова, Т.Г. Тагиева, И.М. Завадская // Пищевая промышленность. — 2015. — №10. — С. 50-52.
3. Effects of droplet size on the oxidative stability of oil-in-water emulsions / K. Nakaya [et al.] // *Lipids*. 2005. Vol. 40. №5. P. 501-507.
4. *Katsuda, M.S.* Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions stabilized with p-lactoglobulin and pectin M.S. Katsuda [sr a/.] *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. №14. — P. 5926-5931.
5. *Тарасова, Л.И.* Пищевые волокна — влияние на окислительную устойчивость майонезной продукции / Л.И. Тарасова, Т.Г. Тагиева, И.М. Завадская // Вестник всероссийского научно-исследовательского института жиров. — 2017. — №1–2. — С. 39–42.

6. *Jacobsen, C.* Oxidation in fish oil enriched mayonnaise : Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. / Jacobsen, Charlotte; Timm Heinrich, Maike; Meyer, Anne S. — Journal of Agricultural and Food Chemistry. — Vol. 49. — №. 8.— 2001. — P. 3947-3956.
7. *Kim, J.Y., Yi, B., Lee, C. et al.* Effects of pH on the rates of lipid oxidation in oil–water system. Appl Biol Chem 59.— 2016. — P. 157–161.
8. Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. — СПб.: ГИОРД, 2007.— 640 с.
9. *Старовойтова, К.В.* Разработка рецептур майонеза с учетом основных тенденций совершенствования ассортимента / К.В. Старовойтова, Л.В. Терещук // Техника и технология пищевых производств. — т. 48.— №. 1.— 2018.— С. 91-98.
10. Майонезы / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, И. Н. Нестерова. — СПб.: ГИОРД, — 2000. — 80 с.
11. Некоторые особенности применения ферментированного яичного желтка в производстве майонеза [Электронный ресурс] / Масла и жиры. — Режим доступа: <http://www.oilbranch.com/publ/view/15.html>. Дата доступа: 24.05.2024.
12. *Дорожкина, Т. Н.* Зеленые линии — ваш надежный партнер / Т. Н. Дорожкина // Масложировая промышленность. — 2002. — №3.— С.28–29.
13. Ароматизатор горчицы для майонезов и соусов [Электронный ресурс] / Тейст дизайн. — Режим доступа: <https://td-ukraine.com.ua/news/aromatizator-gorchicy-dlya-majonezov-i-sousov>. — Дата доступа: 24.05.2024.
14. Основные группы пищевых ПАВ [Электронный ресурс] / НПО «Альтернатива». — Режим доступа: <https://alternativa-sar.ru/spravochnik/171-osnovnye-gruppy-pishchevykh-pav>. — Дата доступа: 24.05.2024.
15. *Насонова, В. В.* Сравнительные исследования эффективности анти окислителей / В. В. Насонова, Е. К. Туничева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. — 2019. — Т. 9.— № 3. — С. 563–569.
16. *Judde A., Villeneuve P., Rossignol-Castera A., Le Guillou A.* Antioxidant effect of soy lecithins on vegetable oil stability and their synergism with tocopherols. JAOCs. 2003. —Vol. 80. —№. 12. — P. 1209– 1215.
17. *Doert M., Jaworska K., Moersel J.-Th., Kroh L.W.* Synergistic effect of lecithins for tocopherols: Lecithin based regeneration of  $\alpha$ -tocopherol. European Food Research and Technology. 2012. —Vol.— 235. Issue 5. — P. 915–928.
18. *Саркисян, В.А.* Синергические взаимодействия антиоксидантов в жировых продуктах / В.А Саркисян, Е.А. Смирнова, А.А. Кочеткова, В.В Бессонов// Пищевая промышленность. — 2013. — №. 3.— С. 14-17.
19. *Радаева, И. А.* Окисление липидов и порча молочных продуктов [Электронный ресурс]/Переработка молока. — Режим доступа: <https://www.milkbranch.ru/publ/view/439.html?ysclid=lx6ktjhf9343797297>. — Дата доступа: 24.05.2024.
20. *Jacobsen, C., Timm, M., Meyer, A. S.* (2001) ‘Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration, J. Agric. Food Chem. 49. — P. 394–3956.

#### Информация об авторах

*Жакова Кристина Ивановна*, кандидат технических наук, ученый секретарь РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [zhakova@belproduct.com](mailto:zhakova@belproduct.com)

*Пчельникова Анна Владимировна*, научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [2945684@mail.ru](mailto:2945684@mail.ru)

*Бабодей Валентина Николаевна*, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [2945684@mail.ru](mailto:2945684@mail.ru)

#### Information about authors

*Zhakava Christina Ivanovna*, PhD (Technical), scientific secretary 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: [zhakova@belproduct.com](mailto:zhakova@belproduct.com)

*Pchelnykova Anna Vladimirovna*, researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil 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: [2945684@mail.ru](mailto:2945684@mail.ru)

*Babodey Valentina Nikolaevna*, head of the department of technology confectionery and fat-and-oil 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: [2945684@mail.ru](mailto:2945684@mail.ru)

УДК 504.75:631.95

Поступила в редакцию 14.06.2024  
Received 14.06.2024**А. М. Мазур<sup>1</sup>, Е. В. Таразевич<sup>1</sup>, Н. Н. Петюшев<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup> РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ,  
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ СЫРЬЕ**

**Аннотация.** Перерабатывающая промышленность Беларуси является экспортно ориентированной отраслью экономики. Основными задачами, стоящими перед отраслью, являются повышение конкурентоспособности производственного сектора, создание новых высокотехнологических производств и увеличение экспорта отечественной продукции.

В статье представлены основные направления развития перерабатывающей промышленности Беларуси. Определены факторы, обеспечивающие экологическую безопасность перерабатывающих производств, где особое внимание уделяется выбранным технологическим процессам, внедрению новых безотходных экологически чистых технологий, применению инновационных методов обработки, освоению новых продуктов. Описаны источники и степень загрязнения сточных вод, а также источники, выделяющие вредные вещества в атмосферу, причины возникновения пожаров и взрывов на перерабатывающих предприятиях.

Для очистки сточных вод перерабатывающих предприятий предложены механические, химические биологические методы. Для снижения предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходимо обеспечение вентиляции и кондиционирование воздуха. Для обеспечения взрыво-, пожаробезопасности технологических процессов на каждом предприятии разработаны свои мероприятия по устранению источников возникновения пожаров и взрывов.

**Ключевые слова:** технологические процессы, отходы производства, вторичное сырье, методы очистки сточных вод, вредные вещества, взрыво-, пожаробезопасность, экологическая безопасность предприятия.

**A. M. Mazur<sup>1</sup>, E. V. Tarazevich<sup>1</sup>, N. N. Petyushev<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Educational institution «Belarusian State Agrarian Technical University»,  
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***ENVIRONMENTAL SAFETY OF ENTERPRISES PROCESSING  
AGRICULTURAL RAW MATERIALS**

**Abstract.** The processing industry of Belarus is an export-oriented sector of the economy. The main tasks facing the industry are to increase the competitiveness of the manufacturing sector, create new high-tech production facilities and increase the export of domestic products.

The article presents the main directions of development of the processing industry of Belarus. The factors ensuring environmental safety of processing industries are determined, where special attention is paid to the selected technological processes, the introduction of new waste-free environmentally friendly technologies, the use of innovative processing methods, the development of new products. The sources and degree of wastewater pollution are described, as well as sources emitting harmful substances into the atmosphere, the causes of fires and explosions at processing plants.

Mechanical, chemical and biological methods are proposed for cleaning wastewater from processing plants. To reduce the maximum permissible concentration of harmful substances in the air of the

working area, it is necessary to provide ventilation and air conditioning. To ensure explosion and fire safety of technological processes, each enterprise has developed its own measures to eliminate sources of fires and explosions.

**Keywords:** technological processes, production waste, secondary raw materials, wastewater treatment methods, harmful substances, explosion and fire safety, environmental safety of the enterprise.

**Введение.** Перерабатывающая промышленность является стратегической отраслью экономики Беларуси, формирующей продовольственный рынок, обеспечивающей продовольственную экономическую безопасность, приносящей доходы от экспорта продукции [1].

Основными задачами, стоящими перед отраслью, являются повышение конкурентоспособности производственного сектора, создание новых высокотехнических производств, рост экспорта отечественной продукции.

Перерабатывающая промышленность Беларуси стабильно занимает первое место по объему производства продукции среди отраслей обрабатывающей промышленности страны. Ее удельный вес в структуре обрабатывающей промышленности за период с 2011 по 2020 год вырос с 19,6 % до 29,4 %.

Основными направлениями развития перерабатывающей промышленности являются:

- ♦ рост промышленного производства на основе технологий и оборудования, внедрения инноваций;
- ♦ применение технологий комплексной переработки сырья на основе внедрения безотходных технологий;
- ♦ экологизация производства путем внедрения мероприятий по экологической безопасности производства.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Одним из важнейших направлений в развитии производства и его положительном функционировании является внедрение экологической безопасности. Экологическая безопасность предприятия определяют следующие факторы:

- ♦ применяемые технологические процессы производства;
- ♦ организация машинной технологии перерабатывающего производства;
- ♦ вторичные продукты основного производства;
- ♦ сточные воды предприятий;
- ♦ источники загрязнения воздушной среды предприятий;
- ♦ взрыво- и пожаробезопасность перерабатывающего предприятия.

Применяемые технологические процессы в перерабатывающей промышленности неразрывно связаны с научно-техническим прогрессом, основанном на реализации последних достижений науки и технологий, передового отечественного и зарубежного опыта. Основным фактором, определяющим выбор технологического процесса производства, является вид сельскохозяйственного сырья, используемого для переработки и получения из него широкого ассортимента продуктов. Объемы производства продукции зависят от количества, качества, стоимости сырья, технологии производства, технического оборудования. Качество сырья является определяющим фактором при выборе технологии производства и его эффективности, снижении расхода сырья и теплоэнергоресурсов более, чем в два раза. В современных условиях одним из путей интенсификации перерабатывающей промышленности является внедрение новых безотходных технологий, при этом безотходное производство должно обеспечивать комплексную переработку сырья, а также рационально перерабатывать отходы, используя все компоненты сырья [2,3].

В целях повышения эффективности перерабатывающей промышленности уделяется пристальное внимание вопросам безотходного производства продукции, в том числе внедрению инновационных методов обработки, расширению и обновлению ассортимента и улучшению качества продукции, освоению новых продуктов, повышению конкурентоспособности продукции.

Современные технологические решения с использованием инновационных методов обработки молока позволили обеспечить в Республике Беларусь переработку 99 % объемов молочной сыворотки. При этом в странах Европейского Союза перерабатывается 80-90 % молочной сыворотки, в России — 50 %.

В настоящее время довольно остро стоит вопрос в создании безотходных технологий производства при комплексном использовании сырья с учетом высокоэффективного использования всех отходов и вторичных ресурсов предприятия. Особое значение приобретает оцен-

ка воздействия перерабатывающих предприятий на окружающую среду и вопросы предотвращения загрязнения и обеспечения экологической безопасности [4].

Решая вопрос организации машинной технологии перерабатывающих производств, необходимо обратить внимание, что применяемое оборудование чрезвычайно разнообразно по назначению и конструкторским решениям технологических задач, что обусловлено многообразием технологических свойств сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения, а также многообразием потребительских свойств готовых продуктов [5,6].

В агропромышленном комплексе Советского Союза было разработано более 30 систем машин для всех перерабатывающих отраслей. В основе классификации отраслевых систем машин использовались виды выпускаемых изделий и производительность линии.

При создании машинной технологии необходимо предусмотреть максимальную механизацию и автоматизацию технологических процессов для замены тяжелого физического труда; замены вредных условий труда; повышения производительности и улучшения качества выпускаемой продукции.

Кроме того, технологический процесс должен иметь наименьшее число машин, что позволит разместить линию на наименьшей площади и сократить затраты на оборудование.

Имеются следующие требования к формированию технологических линий при внедрении машинных технологий.

На предприятиях небольшой мощности, выпускающих широкий ассортимент продукции (консервы, кондитерские изделия и др.), желательно устанавливать универсальные перенастраиваемые линии [7].

На крупных предприятиях целесообразно устанавливать специализированные линии (сахарные заводы, мельницы и др.).

Существует три способа создания поточных линий:

- ♦ из новых специализированных испытанных машин на других аналогичных производствах;
- ♦ из модернизированного и усовершенствованного оборудования данного технологического профиля;
- ♦ из отдельных типовых участков.

Главное условие формирования линий — это синхронизация работы машин по длительности каждой операции и производительности. В то же время целесообразно построенная машинная технология технологической линии должна удовлетворять эксплуатационным, энергетическим, технологическим, конструктивным, эстетическим, экономическим требованиям техники безопасности, изготовлена из недифицитных материалов с достаточной механической и антикоррозийной прочностью, что в конечном итоге будет соответствовать энергосберегающей конструкции аппарата и линии в целом.

Выход продукта при переработке сырья растительного и животного происхождения, составляет 75-99 % от массы переработанного сырья. Остальная часть сырья, содержащая значительное количество ценных и полезных веществ, переходит в так называемые отходы производства, которые часто являются вторичным сырьем для производства дополнительной продукции [8, 9].

Вовлечение в сферу производства огромных ресурсов промышленных отходов равносильно расширению сырьевой базы пищевой и перерабатывающей промышленности при одновременной экономии затрат труда, а выпуск дополнительной продукции из вторичного сырья означает снижение издержек производства на единицу конечной продукции при тех же затратах на сырье. Поэтому комплексное использование сырья и отходов является приоритетной задачей для пищевой и перерабатывающей промышленности. В процессе технологической переработки первичного сырья и вспомогательных производственных материалов получают основную, побочную продукцию, а также отходы производства [10].

По стадиям обработки сельскохозяйственного сырья перерабатывающая промышленность делится на первичные отрасли - это свеклосахарная, консервная, картофелеперерабатывающая, мукомольная, спиртовая, мясная, молочная и др., и последующие отрасли переработки сырья, полученного после обработки продуктов первичной отрасли — это хлебопекарная, макаронная, кондитерская и др.

Возможность определить предприятие, которое относится к первичной отрасли к безотходному производству усложняется такими факторами, как качество исходного сырья, по-

лучаемых вторичных продуктов, размерами неиспользованных отходов, применения химических реагентов при производстве. Эти факторы практически отсутствуют на предприятиях, относящиеся к последующим отраслям. Вместе с тем, в первичных отраслях, где широко применяются передовые достижения науки и технологии некоторые предприятия можно отнести к безотходным — это мукомольная, молочная и др.

Перерабатывающая промышленность Республики Беларусь является довольно крупным потребителем воды. Так, например, на нужды мясной отрасли расходуется до 16...25 м<sup>3</sup>, в сахарной — до 10 м<sup>3</sup> на каждую тонну вырабатываемой продукции [11].

В результате выполнения производственных операций в сточную воду попадают различные загрязнения, среди которых преобладают отходы производства, унесенные водой компоненты сырья и материалов.

Сточные воды предприятий перерабатывающей промышленности подвергают механической и биологической (биохимической) очистке. С помощью механической очистки из сточных вод извлекают нерастворимые оседающие и всплывающие загрязнения. Механическая очистка необходима для предупреждения засорения канализационных трубопроводов большими массами отходов (песок, бой стекла, кость, шерсть) которые затрудняют последующую биологическую очистку.

В процессе биологической очистки сточные воды очищают от органических примесей, находящихся во взвешенном состоянии (бульоны, кровь, молоко, пахта, сыворотка, крахмал и др. [12].

Биологический метод очистки основан на способности различных микроорганизмов использовать для своего развития, содержащиеся в сточных водах, белки, углеводы, спирты, органические кислоты. При этом в результате так называемого аэробного биохимического процесса органические загрязнения интенсивно окисляются, минерализуются, выпадают в осадок, и образуется прозрачная незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород, пригодная для сброса в водоем.

Очищенные сточные воды перед сбросом в водоем обеззараживают для уничтожения патогенных микроорганизмов. Для дезинфекции используют жидкий хлор, раствор хлорной извести или гипохлорит натрия; возможна дезинфекция сточных вод электроискровыми разрядами и озоном.

Сооружения для механической очистки сточных вод включают: решетки, навозоуловители, песколовки, грязеотстойники, бензо- и маслоуловители, жироловки, отстойники и дезинфекторы.

Степень загрязнения воды органическими веществами можно определить по количеству кислорода, необходимому для окисления органических веществ под воздействием аэробных микроорганизмов-минерализаторов, которые существуют в присутствии кислорода. Общее количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ аэробными микроорганизмами, называется биохимической потребностью в кислороде, обозначается БПК и выражается количеством кислорода в мг/л или г/м<sup>3</sup>.

В качестве основного показателя для расчета очистных сооружений служит величина БПК<sub>полн</sub>, то есть количество кислорода, расходуемого для полного окисления биохимическим путем. Для многих видов сточных вод для проведения полного биохимического процесса необходимо 20 суток, то есть БПК<sub>полн</sub> равна БПК<sub>20</sub>.

Общее количество кислорода, необходимое для перевода углерода органических соединений в углекислый газ, водорода в воду, азота в аммиак, серы в серный ангидрид, называется химической потребностью в кислороде, обозначается ХПК.

Разность ХПК-БПК<sub>20</sub> может служить показателем прироста микробиальной среды (ила). Для хозяйственно-бытовых сточных вод эта разница не имеет существенного значения, так как БПК<sub>20</sub> в этом случае составляет примерно 86 % ХПК; однако производственные сточные воды имеют ХПК, превышающую БПК<sub>20</sub> на 50 % и более.

Соотношение между БПК<sub>20</sub> и ХПК указывает на необходимость применения биохимической очистки сточных вод предприятий перерабатывающей промышленности.

После механической очистки БПК сточной воды снижается на одну треть. Остальная часть органических загрязнений удаляется при помощи биологической очистки.

Различают полную и неполную биологическую очистку. После полной очистки получают сточную воду, имеющую БПК для окисления оставшихся растворенных загрязнений в размере 10...15 мг/л; после неполной очистки — 30...50 мг/л.

К наиболее простым и дешевым в строительстве и эксплуатации сооружениям для биологической очистки сточных вод относятся: 1) поля орошения и фильтрации; 2) биологические пруды; 3) циркуляционные окислительные каналы или аэроканалы. Более эффективными, но сложными и дорогими в исполнении, являются биологические фильтры и аэротенки различных типов.

На предприятиях перерабатывающей промышленности имеются источники, выделяющие вредные вещества в атмосферу. К таким источникам относятся: 1) технологическое оборудование; 2) системы вентиляции; 3) автотранспорт; 4) организованные и неорганизованные выбросы; 5) неприятно пахнущие вещества и т.д. Выбросы вредных веществ в атмосферу могут быть: 1) стационарные постоянного и периодического действия; 2) точечные и линейные; 3) высокие и низкие; 4) нагретые и холодные.

Состав и объем выброса зависит от источника выброса и от транспортирования выброса.

В выбросах в атмосферу от вентиляции содержится сероводород, аммиак, фенолы, оксид углерода, диоксид серы, кетоны, сажа, древесная и костная пыль и др. В зависимости от мощности и технологических особенностей производства изменяется количество выбрасываемого воздуха и концентрация вредных веществ.

На перерабатывающих предприятиях наряду с газо- паровыми вредными веществами образуется значительное количество пыли, выбрасываемой вентиляционными системами в воздушную среду. Вредные вещества при систематическом и продолжительном воздействии на организм человека наносят вред, способствуя возникновению различных заболеваний, поэтому их объединяют общим названием — вредности, или вредные вещества. Степень их вредного воздействия на человека зависит от физико-химических свойств и содержания вредных веществ в единице объема воздуха в рабочей зоне производственного помещения.

Для снижения концентрации вредных веществ на предприятиях осуществляют следующие мероприятия:

- 1) замена токсичных материалов менее токсичными;
- 2) герметизация оборудования, арматуры и трубопроводов, по которым транспортируются эти материалы;
- 3) устройство местных отсосов над отверстиями или проемами, через которые могут поступать в помещение вредности;
- 4) улавливание пыли в местах ее выделения и смачивание ее;
- 5) устройство тепловой изоляции и придание ей ровной поверхности;
- 6) окраска в светлые тона теплоотдающих поверхностей оборудования для уменьшения теплопередачи и излучения и т.д. Несмотря на принятые меры, часть вредностей поступает в помещение, и вентиляция предназначена для того, чтобы снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны до такой концентрации, при которой они не вызвали бы заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающего в течение всего его рабочего дня. Такая концентрация вредных веществ называется предельно допустимой концентрацией (ПДК), ее величина установлена для различных вредных веществ.

Вентиляция и кондиционирование воздуха обеспечивают установленными нормами условия и чистоту воздуха в помещении.

Особую опасность для воздушной среды представляют аварийные (залповые) выбросы газообразных веществ, образующихся при авариях, неполадках и других причинах. Организованными выбросами называют выбросы, удаляемые от возникновения с помощью систем воздухопроводов и газоходов. К таким системам относятся общеобменные и местные вентиляционные системы, дымовые трубы, шахты и т.п.

Выбросы в атмосферу перерабатывающих предприятиями, которых тесно связано с взрыво- и пожароопасными свойствами газов, жидкостей, твердых веществ и пыли. Взрыво- и пожароопасные свойства веществ зависят от их агрегатного состояния, физико-химических свойств, условий хранения и применения [13].

Пример экологической безопасности предприятия по производству сахара из сахарной свеклы.

По сахарному производству взрыво-, пожароопасными определяются следующими свойствами применяемых веществ:

- ♦ сахар — горючее вещество, которое повышает температуру 1100-1200 °С, а находящаяся в воздухе сахарная пыль взрывоопасная;
- ♦ формалин — используется на диффузионных аппаратах для предотвращения брожения продуктов, но это горючая жидкость с резким запахом и температурой вспышки 67 °С;

♦ сернистый ангидрид, который используется для очистки сахарного сиропа, и получают его из кусковой серы путем сжигания. Сера — горючее вещество с температурой воспламенения 207 °С. В измельченном виде воспламеняется от искры.

Пожароопасными процессами при производстве сахара является сушка, упаковка, сортировка, хранение сахара.

Следующим примером по взрывопожарным помещениям являются предприятия по переработке зерна. Все технологические операции на элеваторах и мельницах, крупозаводах и предприятиях по выработке комбикормов связаны с перемещением, очисткой, измельчением зерна, которое сопровождается значительным выделением зерновой и мельничной пыли. Содержание пыли в воздухе помещений при плохой работе вентиляции достигает 320 мг/м<sup>3</sup>, при предельно допустимой концентрации для воздуха рабочей зоны ПДК для зерновой пыли составляет 2-4 мг/м<sup>3</sup>, то есть превышение составляет в сотни раз. Для предотвращения выделения пыли в рабочее помещение их оснащают система отсасывающей вентиляции — аспирация пыли установками, предупреждающая возникновение пылевых взрывов, эффективность пылеулавливающего оборудования, применяемого на предприятиях хранения и переработки зерна, достигает 90-99 %, но суммарных выбросов пыли в атмосферу велики и достигают для крупных предприятий до 40-60 т в год.

Причина возникновения пожаров и взрывов на перерабатывающих предприятиях:

- ♦ несоблюдение технологических режимов производства;
- ♦ неисправность технологического, электроустановок и другого оборудования;
- ♦ неосторожное обращение с огнем;
- ♦ несоблюдение санитарно-гигиенических условий.

Для обеспечения взрыво-, пожаробезопасности технологических процессов проводят:

- ♦ рациональный подбор компонентов, исходя из условия максимального снижения или исключения образования взрыво-, пожароопасных смесей;
- ♦ выбор значений параметров технологической среды (состав, давление, температуры, снижающих ее взрыво-, пожароопасность;
- ♦ определением допустимых значений скорости, давления, температуры, участвующих в процессах, с учетом их взрывоопасных характеристик и физико-химических свойств;
- ♦ установление автоматических систем противоаварийной защиты, предупреждающие образование взрывоопасной среды в технологическом оборудовании.

**Заключение.** Экологическая безопасность определяет нормальное функционирование перерабатывающего предприятия и должно определяться выбранной технологией, машинами и аппаратами для создания высокоэффективного безотходного и экологически чистого предприятия с максимальной переработкой отходов производства, с утилизацией загрязнений воздушной и водной среды предприятия, соблюдать взрыво-, пожаробезопасность.

### Список использованных источников

1. Жакова, К. И. Современные тенденции развития технологий пищевых производств / К.И. Жакова, Н.П. Миронова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — Т.15, №3(57). — С.6-13.
2. Арсеньева, Т. П. Безотходные технологии отрасли. Учебно-методическое пособие / Т.П. Арсеньева. — СПб.: Университет ИТМО. — 2011. — 55 с.
3. Мазур, А. М. Современные тенденции развития безотходных технологий на перерабатывающих предприятиях АПК / А.М. Мазур, Е.В. Таразевич, Н.Н. Петюшев // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2023. — Т. 16, №4 (62). — С. 30–34.
4. Безопасность жизнедеятельности / А.А. Белов [и др.]. — М.: Высшая школа, 2003. — 343 с.
5. Красников, В. Я. Поточные технологические линии переработки сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / В.Я. Красников. — Курск: Издательство Курской гос. с-х. академии, 2010. — 220 с.
6. Машины и аппараты для переработки мяса и молока / А.А. Курочкин [и др.]. — Пенза, 2000. — 208 с.
7. Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств: учебное пособие / А.А. Курочкин, В.М. Зимняков. — Москва: КолосС, 2006. — 320 с.
8. Степанова, И. Утилизация отходов агропромышленного комплекса / И. Степанова // Агропанорама. — 2019. — №2. — С.7–11.
9. Славянский, А. А. Проектирование предприятий отрасли: учебник / А.А. Славянский. — Москва: ФОРУМ, 2015. — 320 с.
10. Биотехнология: технология и практика / Н.В. Загорный [и др.]. — М.: Издательство «Оникс», 2009. — 296 с.

11. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообработывающих производств. Теоретические основы общестроительного проектирования: учебное пособие / Ю.Н. Виноградов, В.Д. Косой, О.Ю. Новик. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. — 336 с.
12. Хозяев, И. А. Проектирование технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / И.А. Хозяев. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 272 с.
13. Охрана труда: учебное пособие / В.Г. Андруш [и др.]. — Минск: РИПО. — 2017. — 333 с.

#### Информация об авторах

*Мазур Анатолий Макарович*, доктор технических наук, профессор кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр-т Независимости, 99, 220023, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: mam.pererab@bsatu.by

*Таразевич Елена Васильевна*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр. Независимости, 99, 220012, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: tev.pererab@bsatu.by

*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

#### Information about authors

*Mazur Anatoliy Makarovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Technology and Mechanization of Livestock Husbandry and Agricultural Products Processing, Belarusian State Agrarian Technical University (99, Independence Ave., 220012, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: mam.pererab@bsatu.by

*Tarazevich Elena Vasilievna*, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Department of Technology and Mechanization of Livestock Husbandry and Agricultural Products Processing, Belarusian State Agrarian Technical University (99, Independence Ave., 220012, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: tev.pererab@bsatu.by

*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

УДК 664.31

Поступила в редакцию 26.06.2024  
Received 26.06.2024**Е. А. Давыдова<sup>1</sup>, Ю. А. Гузкова<sup>2</sup>, В. В. Чуешков<sup>3</sup>**<sup>1</sup>*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,  
г. Минск, Республика Беларусь*<sup>3</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси» по продовольствию, г. Минск, Республика Беларусь*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ СЫРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные международные и национальные законодательные акты, регулирующие вопросы географических указаний сыров. Институт охраны географических указаний и наименований мест происхождения пищевой продукции позволяет минимизировать недобросовестную конкуренцию, гарантировать высокое качество продукции, ее заявленные свойства и защищать интересы потребителя.

Развитие института географических указаний в Республике Беларусь позволит укрепить международное признание отечественных пищевых продуктов, в том числе сыров, далеко за пределами нашего государства. Однако с целью защиты интересов как потребителя, так и производителя, необходимо искать пути решения проблемы идентификации продукции с географическим указанием.

**Ключевые слова:** сыры, географическое указание, наименование места происхождения, указание происхождения товара, идентификация.

**E. A. Davidova<sup>1</sup>, Y. A. Huzkova<sup>2</sup>, V. V. Chueshkov<sup>3</sup>**<sup>1</sup>*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*<sup>3</sup>*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE INSTITUTE OF GEOGRAPHICAL INDICATIONS OF CHEESE IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Abstract.** The article examines the main international and national legislative acts regulating the issues of geographical indications of cheeses. The Institute for the Protection of Geographical Indications and Appellations of Origin of Food Products allows us to minimize unfair competition, guarantee high quality of products, their declared properties and protect the interests of the consumer.

The development of the institution of geographical indications in the Republic of Belarus will strengthen the international recognition of domestic food products, including cheeses, far beyond the borders of our state. However, in order to protect the interests of both the consumer and the manufacturer, it is necessary to look for ways to solve the problem of identifying products with a geographical indication.

**Keywords:** cheeses, geographical indication, appellation of origin, indication of origin of goods, identification.

**Введение.** В настоящее время увеличение экспорта пищевой продукции и расширение рынков сбыта является актуальной задачей. Одним из способов упрощения доступа на международные рынки для пищевых продуктов является разработка географических указаний. В качестве маркетингового инструмента они позволяют выделить продукты среди других и подчеркнуть добавленную стоимость их уникальных локальных особенностей, истории или отличительных характеристик.

Развитие института географических указаний может иметь значение для небольших фермерских хозяйств, которые будут способствовать укреплению устойчивости национальных продовольственных систем, сохранению и продвижению своих региональных традиций и ресурсов, обеспечению свободного доступа на рынок для качественных и уникальных продуктов питания, связанных с местом их происхождения и традициями производства [1].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основным документом, регламентирующим охрану указаний происхождения, распространяющимся в том числе на продукцию сельскохозяйственного производства, является Парижская конвенция по охране промышленной собственности от 20 марта 1883 г. [2].

Лиссабонское соглашение об охране наименований мест происхождения товаров и их международной регистрации от 31 октября 1958 г. [3] регулирует вопросы правовой охраны наименований мест происхождения товаров применительно к любым их видам.

Женевский акт Лиссабонского соглашения о наименованиях мест происхождения и географических указаниях от 20 мая 2015 г. дает следующие определения понятий:

- ♦ *географическое указание* — любое указание, охраняемое в Договаривающейся стороне происхождения и являющееся названием географического района или иного указания, известного как указание на район, или содержащего такое название или указание, которое идентифицирует товар как происходящий из этого географического района, когда определенное качество, репутация или иное свойство товара обусловлены главным образом его географическим происхождением;

- ♦ *наименование места происхождения товара* — любое наименование, охраняемое в Договаривающейся стороне происхождения и являющееся названием географического района или иного наименования, известного как указание на такой район, или содержащего такое название, или иное наименование, которое служит для обозначения товара как происходящего из этого географического района, когда качество или свойства товара обусловлены исключительно или главным образом географической средой, включая природные и людские факторы, и которое создало этому товару его репутацию.

В Европейском союзе впервые правила защиты географических указаний и мест происхождения сельскохозяйственных продуктов и продовольственных товаров на законодательном уровне были установлены Постановлением Совета (ЕЭС) №2081/92 от 14 июля 1992 г.

Целью принятия данного правового акта было увеличение объемов производства пищевой продукции с географическим указанием, что не было достигнуто, поскольку большие объемы продаж касались единичных продуктов, преимущественно сделанных в Италии. В последующем законодательство по охране географических указаний и мест происхождения пищевой продукции совершенствовалось в части упрощения процедуры регистрации и усиления защиты интересов как потребителя, так и производителя.

В настоящее время в Европейском союзе действует постановление (ЕС) 2024/1143 Европейского парламента и Совета от 11 апреля 2024 г. о географических указаниях для вина, спиртных напитков и сельскохозяйственной продукции, а также гарантиях традиционности и дополнительных условиях качества для сельскохозяйственной продукции [4].

В соответствии с данным постановлением различают:

- ♦ *указание происхождения (designations of origin)* — наименование региона, определенного места или, в исключительных случаях, страны, используемое для индивидуализации сельскохозяйственного продукта или продукта питания, происходящего с территории данного региона, местности или страны, качество и характеристики которого исключительно или главным образом связаны с географической средой данной территории, местными традиционными или естественными факторами, производство, обработка и подготовка такого продукта осуществляется в пределах территории определенного географического объекта;

- ♦ *географическое указание (geographical indication)* — наименование региона, определенного места или, в исключительных случаях, страны, используемое для индивидуализации сельскохозяйственного продукта или продукта питания, происходящего с территории данного региона, определенной местности или страны, определенное качество, репутация или другие характеристики которого обусловлены местом его географического происхождения, производство, и (или) обработка, и (или) подготовка продукта осуществляется в пределах территории определенного географического объекта.

Предусматривается два вида географических указаний: охраняемые указания происхождения (Protected Designations of Origin, PDO) и охраняемые географические указания (Protected Geographical Indications, PGI), которые различимы по степени обусловленности характеристик продукта особенностями географической среды определенного региона и привязанностью к нему процессов производства продукта.

Система Европейского союза PDO/PDI сходна с аналогичными национальными системами стран, например: Швейцарии и Франции — Appellation d'Origine Protegee (AOP) и Appellation d'Origine Controllee (AOC), Италии — Denominazione di Origine Controllata (DOS), Испании — Denominacion de Origin (DOC), Португалии — Denominacao de Origem Controlada (DOC). При этом имеет место одновременное действие системы PDO/PDI и системы конкретной страны. Например, для сыров с территории Франции действуют как PDO, так и AOC.

Правила маркировки, касающиеся защищенных обозначений происхождения (PDO) и защищенных географических указаний (PGI) винодельческой продукции, отражены в постановлении (ЕС) № 1308/2013 Европейского парламента и Совета от 17 декабря 2013 г., устанавливающим общую организацию рынков сельскохозяйственной продукции [5].

Для гарантий традиционности (Tradition Speciality Guaranteed, TSG) не имеет значения место изготовления продукта и происхождения сырья. Основным требованием является соблюдение традиционных правил его производства без какой-либо привязки к конкретному географическому региону [4].

В странах Европейского союза можно встретить и другие указания места происхождения пищевой продукции, такие как *островное земледелие* или *горный продукт* [6, 7].

В Республике Беларусь, возникающие в связи с правовой охраной и использованием географических указаний, регулирует Закон Республики Беларусь от 7 июля 2002 г. № 127-З «О географических указаниях» [8].

В соответствии с данным законом:

- ♦ *географическое указание* — обозначение, которое идентифицирует товар как происходящий с территории страны либо из региона или местности на этой территории, где определенные качество, репутация или другие характеристики товара в значительной степени связываются с его географическим происхождением.

Понятие географическое указание включает понятия «наименование места происхождения товара» и «указание происхождения товара».

- ♦ *наименование места происхождения товара*, которому предоставляется правовая охрана, — обозначение, представляющее собой либо содержащее современное или историческое, официальное или неофициальное, полное или сокращенное наименование географического объекта, а также обозначение, производное от такого наименования и ставшее известным в результате его использования в отношении товара, особые свойства которого исключительно или главным образом определяются характерными для данного географического объекта природными условиями и (или) людскими факторами.

Признается наименованием места происхождения товара обозначение, хотя и представляющее собой наименование географического объекта или содержащее его наименование, но вошедшее в Республике Беларусь во всеобщее употребление как обозначение товара определенного вида, не связанное с местом его изготовления [8];

- ♦ *указание происхождения товара* — обозначение, прямо или косвенно указывающее на место действительного происхождения или изготовления товара.

Международный опыт успешного применения географических указаний показывает, что при обеспечении правовой охраны у производителей появляются дополнительные возможности для повышения узнаваемости продукции и ее международного признания, а также получения дополнительной прибыли и инвестиций [1].

Однако несмотря на имеющиеся возможности в Республике Беларусь отечественные производители не проявляют высокой активности для получения прав на пользование заявленным географическим указанием. По данным Национального центра интеллектуальной собственности, в перечне наименований мест происхождения товаров, географических указаний, сведения о которых внесены в государственный реестр Республики Беларусь [9], отечественными предприятиями было зарегистрировано три объекта с географическим указанием: Минеральная вода «Минская», «Лидское пиво» и «Лидский квас». Что касается сыров, то в настоящее время зарегистрировано только два вида итальянских сыра, информация о которых представлена в табл. 1.

В опубликованных сведениях о наименованиях мест происхождения товаров приводятся также физико-химические характеристики, отдельные органолептические характеристики, такие как внешний вид, цвет сыров, а также форма и размеры сырных головок.

Однако следует отметить, что с целью защиты интересов как производителей, так и потребителей, во многих странах разрабатываются критерии идентификации продукции с географическим указанием, а также методы для определения географического происхождения пищевой продукции, поскольку одним из видов фальсификации сыров являются нарушения в географических указаниях [7, 10-12].

Таблица 1. Информация о зарегистрированных сырах с географическим указанием в Республике Беларусь  
Table 1. Information on registered cheeses with geographical indication in the Republic of Belarus

Обозначение и указание товара	Наименование владельца государственной регистрации	Границы географического объекта и основные особенности товара
Пармиджано реджано (parmigiano reggiano)	Консорцио дел фроматто «Пармиджано реджано»	Полужирный твердый сыр, получаемый из вареной и медленно созревающей массы. Сыр изготавливается из сырого молока, которое не подвергается каким-либо термическим обработкам. Использование добавок строго запрещено. Молоко получают от коров, состав кормов для которых, в основном, состоит из фуража с территории места происхождения. К составу и качеству фуража предъявляются особые требования.
Горгонзола (gorgonzola)	Консорцио пер ла тугела дел фроматто горгонзола	Мягкий, жирный с сырой массой сыр, производимый исключительно из цельного коровьего молока. Цельное коровье молоко, происходящее из зоны производства, пастеризуют, в него вводятся молочные ферменты с суспензией спор пенициллина и отобранные дрожжи с добавлением телячьего сычужного фермента. Полученная головка подвергается сухому солению, продолжающемуся в течение нескольких дней. Во время созревания развивается ряд штаммов пенициллина, характерных для «Горгонзолы и придающих сыру голубую/зеленую окраску (производство голубого сыра). Минимальная продолжительность созревания составляет 50 дней.

На сегодняшний день основными критериями идентификации географического происхождения продукции сыров быть органолептические, физико-химические, микробиологические и биохимические показатели. При этом идентификация сыров с целью установления их места происхождения является более сложной задачей, чем общая оценка безопасности. Разработка механизмов защиты для выявления фальсификации отечественной продукции является важнейшей составляющей обеспечения экономической и продовольственной безопасности страны.

**Заключение.** Развитие института географических указаний в Республике Беларусь дает для производителей сыров дополнительные возможности. Повышение активности отечественных производителей в части регистрации географических указаний будет способствовать повышению конкурентоспособности белорусской пищевой продукции и ее лучшему продвижению на мировых рынках.

Однако наряду с развитием института географических указаний в нашей стране необходимо разрабатывать механизмы защиты отечественной продукции от фальсификации. Разработка критериев идентификации сыров отечественного производства является в настоящее время актуальной задачей.

#### Список использованных источников

1. *Гузкова, Ю.А.* Развитие института географических указаний в Республике Беларусь / Ю.А. Гузкова, Е.А. Давыдова // *Аграрная экономика*. — 2024. — №7. — С. 79-85.
2. Парижская конвенция по охране промышленной собственности от 20 марта 1883 г. [Электронный ресурс] // *Федеральный институт промышленной собственности*. — Режим доступа: <https://www.fips.ru/documents/international-documents/konventsii/parizhskaya-konventsiya-po-okhrane-ps.php>. — Дата доступа: 28.05.2024.
3. Лиссабонское соглашение об охране наименований мест происхождения и их международной регистрации от 31 октября 1958 г. [Электронный ресурс] // *Гарант*. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/2560081>. — Дата доступа: 28.05.2024.
4. Regulation (EU) 2024/1143 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 on geographical indications for wine, spirit drinks and agricultural products, as well as traditional specialities guaranteed and optional quality terms for agricultural products [Electronic resource] // *EUR-Lex*. — Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1143>. — Date of access: 28.05.2024.

5. Regulation (EU) № 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing [Electronic resource] // EUR-Lex. — Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1308>. — Date of access: 28.05.2024.
6. Commission Delegated Regulation (EU) No 665/2014 of 11 March 2014 supplementing Regulation (EU) No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council with regard to conditions of use of the optional quality term ‘mountain product’ [Electronic resource] // EUR-Lex. — Mode of access: [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg\\_del/2014/665/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2014/665/oj). — Date of access: 28.05.2024.
7. Authenticity and Typicity of Traditional Cheeses: A Review on Geographical Origin Authentication Methods [Electronic resource] / M. Cardin [et al.] // Foods. — 2022. — V. 11, is. 21. — Mode of access: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/21/3379>. — Date of access: 28.05.2024.
8. О географических указаниях [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 7 июля 2002 г., № 127-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2024.
9. Перечень наименований мест происхождения товаров, географических указаний, сведения о которых внесены в государственный реестр Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный центр интеллектуальной собственности. — Режим доступа: <https://www.ncip.by/promyshlennaya-sobstvennost/obekty/perechen-zaregistrirovannykh-naimenovaniy2966/>. — Дата доступа: 17.08.2024.
10. Давыдова, Е. А. Идентификация географического происхождения сыров / Е. А. Давыдова, Т. А. Заболоцкая // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — № 1. — С. 54–57.
11. A comprehensive review of food fraud terminologies and food fraud mitigation guides [Electronic resource] / K. Robson [et al.] // Food Control. — 2021. — Vol. 120. — Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713520304321>. — Date of access: 28.05.2024.
12. Ruth, S.M. Food identity, authenticity and fraud: the full spectrum / S. M. Ruth, D. Granato // Foods. — 2017. — Vol. 6, is. 7. — Mode of access: [https://www.researchgate.net/publication/318251285\\_Food\\_Identity\\_Authenticity\\_and\\_Fraud\\_The\\_Full\\_Spectrum](https://www.researchgate.net/publication/318251285_Food_Identity_Authenticity_and_Fraud_The_Full_Spectrum). — Date of access: 28.05.2024.

#### Информация об авторах

*Давыдова Елена Александровна*, кандидат технических наук, доцент Белорусского национального технического университета (пр-т Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [davydovaea@bnty.by](mailto:davydovaea@bnty.by)

*Гузкова Юлия Алексеевна*, заместитель начальника управления мясной и молочной промышленности главного управления перерабатывающей промышленности Министерства сельского хозяйства и продовольствия (ул. Кирова, 15, 220030, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [guzkova80@mail.ru](mailto:guzkova80@mail.ru)

*Чуешков Виталий Викторович*, кандидат технических наук, ведущий инженер РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037 г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [vital36@list.ru](mailto:vital36@list.ru)

#### Information about authors

*Davidova Elena Alexandrovna*, PhD (Technical), associate professor of the Belarusian National Technical University (65, Independence Av., 220013, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [davydovaea@bnty.by](mailto:davydovaea@bnty.by)

*Huzkova Yuliya Alekseevna*, deputy head of the meat and dairy industry department of the main department of processing industry of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus (15, Kirova str., 220030 Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [guzkova80@mail.ru](mailto:guzkova80@mail.ru)

*Chueshkov Vitaliy Viktorovich*, PhD (Technical), lead engineer 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: [vital36@list.ru](mailto:vital36@list.ru)

УДК 579.676

Поступила в редакцию 16.08.2024  
Received 16.08.2024**М. В. Силич, Е. И. Козельцева***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***МОНИТОРИНГ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

**Аннотация.** Обеспечение безопасности продуктов животного происхождения приобретает особую актуальность в связи с тем, что число заболеваний, связанных с микробиологическим загрязнением пищевой продукции, растет из года в год как в Республике Беларусь, так и в Европе в целом. Наиболее часто, причиной возникновения болезней пищевого происхождения являются патогенные бактерии рода *Salmonella* spp. и *Listeria monocytogenes*.

В настоящей работе представлены результаты по мониторинговым микробиологическим исследованиям мяса, мясных полуфабрикатов, мяса птицы и полуфабрикатов из мяса птицы, готовых мясных изделий.

**Ключевые слова:** патогенные бактерии, *Salmonella* spp., *Listeria*, идентификация, хромогенные среды.

**M. V. Silich, E. I. Kozeltsava***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy  
of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus***MONITORING OF MEAT PRODUCTS ACCORDING  
TO SAFETY INDICATORS**

**Abstract.** Ensuring the safety of products of animal origin is of particular relevance due to the fact that the number of diseases associated with microbiological contamination of food products is growing from year both in the Republic Belarus and in Europe as a whole. The most common cause of foodborne illness is pathogenic bacteria of the genus *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes*.

This paper presents the results of monitoring microbiological studies of meat, poultry meat and semi-finished products from poultry meat products.

**Keywords:** pathogenic bacteria, *Salmonella* spp., *Listeria*, pathogenic bacteria, identification, chromogenic.

**Введение.** За последние годы в Европейском союзе и других государствах мира резко усилилось внимание к проблемам бактериальной контаминации продукции животноводства патогенными микроорганизмами, в первую очередь сальмонеллами и листериями. По данным Программы наблюдения ВОЗ, зарегистрировано значительное увеличение распространенности заболеваний, вызванных этими патогенами [1].

Сальмонеллы (*Salmonella* spp.) чаще других бактерий являются причиной вспышек пищевых токсикоинфекций среди населения. Большинство случаев заболевания сальмонеллезом протекает в легкой форме, однако сальмонеллезная инфекция может вызывать и тяжелые заболевания, особенно у детей, пожилых людей и лиц с ослабленным иммунитетом. Основным механизмом пищевых отравлений, вызванных сальмонеллами, является употребление зараженных пищевых продуктов, таких как яйца, свинина, мясо домашней птицы и молочные продукты [2, с.726]. Попадание сальмонелл в пищу часто происходит при неправильной кулинарной обработке или несоблюдении санитарных норм при ее приготовлении. Сальмонеллы обладают достаточно высокой степенью устойчивости к воздействию различных факторов окружающей среды, легко переносят низкие температуры, наличие поваренной соли, оттаивание и замораживание [3]. Большинство штаммов сальмонелл не только выживают в пищевых продуктах (в молоке 40 суток, в копченостях — от 4 до 6 месяцев), но и размножаются с накоплением в них эндотоксинов [4].

*Listeria monocytogenes* — факультативный внутриклеточный патоген, вызывающий опасное заболевание с высоким уровнем летальности, называемое листериозом. Листериоз не является широко распространенной инфекцией, по количеству выявленных случаев он уступает сальмонеллезам, однако превосходит их по тяжести клинического течения и проценту летальных исходов [4, 5]. Этому заболеванию наиболее подвержены беременные женщины, дети, люди преклонного возраста и с ослабленной иммунной системой [6, с.298]. Большинство крупных эпидемических вспышек листериоза обусловлено потреблением пищевых продуктов животного происхождения: не пастеризованного или плохо пастеризованного молока и изготовленных из них мягких и рассольных сыров, молочных продуктов, мясных и рыбных изделий. Технология приготовления некоторых продуктов такова, что велика опасность контаминирования их листериями. Замораживание, поверхностная дегидротация продуктов, наличие вакуумной упаковки, практически не влияют на выживаемость этого микроорганизма. Листерии не только устойчивы к низким температурам, но и способны размножаться при температуре окружающей среды и бытового холодильника [7].

Целью работы являлось выделение бактерий рода *Salmonella* и *Listeria monocytogenes* из различных образцов мясных продуктов и оценка степени загрязнения ими продуктов питания

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследования служили пробы охлажденного и мороженого мяса, мяса птицы, полуфабрикатов поступивших для испытания на микробиологические показатели безопасности в соответствии с ТР ТС 021/2011 [8], ТР ТС 034/2013 [9], ТР ТС 051/2021 [10].

Выявление бактерий *Listeria monocytogenes* проводили по ГОСТ 32031-2012 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* [11].

Выявление бактерий рода *Salmonella* осуществляли по ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода *Salmonella* [12].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Стандартизированный метод обнаружения сальмонелл предполагает четыре основных этапа: предобогащение в жидкой неселективной среде, обогащение в жидкой селективной среде, выделение с использованием плотных селективных сред, идентификация выделенных культур. Согласно ГОСТ 31659-2012, навеску продукта массой 25 г вносили в забуференную пептонную воду для первичного обогащения и инкубировали при температуре 37°C в течение 18±2 ч. Неселективное обогащение необходимо для выявления сублетальных форм поврежденных бактерий в термически обработанных, замороженных образцах пищевых продуктов или когда предполагаемое число бактерий небольшое и необходимо их количественное увеличение. Однако в неселективной среде может происходить интенсивное размножение сопутствующей микрофлоры, поэтому для наиболее эффективного выделения сальмонелл, необходим этап селективного обогащения. ГОСТ 31659-2012, рекомендует использование в качестве сред для селективного обогащения сальмонелл среду Раппапорта-Вассилиадиса (RVS-бульон) и селенитовую среду. Среды селективного обогащения содержат компоненты для накопления сальмонелл и включают ингибиторы роста сопутствующей микрофлоры.

Для проведения вторичного обогащения 1,0 см<sup>3</sup> культуры, полученной в результате первичного обогащения, пересевали в 10 см<sup>3</sup> RVS-бульона и в 10 см<sup>3</sup> селенитовой среды. Посевы на RVS-бульоне инкубировали при температуре 41,5 ±1, а на селенитовой среде при температуре 37 ±1°C в течение 24 ±3 ч (рис. 1).

Следующим этапом, являлся высеивание бульонной культуры на плотные селективные среды для получения изолированных колоний. Следует отметить, что многие микроорганизмы семейств Enterobacteriaceae метаболически сходны с сальмонеллами и могут формировать визуально аналогичные колонии на селективных средах, это объясняет рекомендации об использовании одновременно нескольких сред для выделения сальмонелл. Из ряда селективных сред, рекомендуемых в ГОСТ 31659-2012, мы использовали ксилозо-лизин-дезоксихолатный агар (XLD-агар) и висмут-сульфит агар. После инкубирования посевов в течение 24-48 ч, чашки просматривали и отмечали колонии, предположительно относящиеся к бактериям рода *Salmonella*.

На XLD-агаре отбирали колонии красного цвета с черным центром. Изменение цвета среды обусловлено способностью сальмонелл декарбоксилировать лизин, в результате чего происходит подщелачивание среды и окрашивание ее в красный цвет. Образование сероводорода обнаруживается системой индикации содержащей тиосульфат натрия и цитрат железа-аммония, при выделении сероводорода образуются колонии с черным центром.



Рис. 1. Рост сальмонелл в жидких селективных средах: селенитовый бульон и среда Раппапорта-Вассилиадиса  
 Fig. 1. Salmonella growth in liquid selective media: selenite broth and Rappaport-Vassiliadis medium

На висмут-сульфитном агаре отбирали зеленые, черные, зеленые с черным центром и металлическим блеском колонии. Почернение среды происходит в результате продукции сероводорода и восстановления сульфита до сульфида железа, имеющего черный цвет.

Полученные на агаризованных средах колонии, предположительно относящиеся к сальмонеллам, подвергали последующей биохимической идентификации. Тестирование выделенных культур по биохимическим признакам мы проводили с использованием готовых стандартных тест-систем наборов для идентификации «Rapid 20E» (рис. 2).

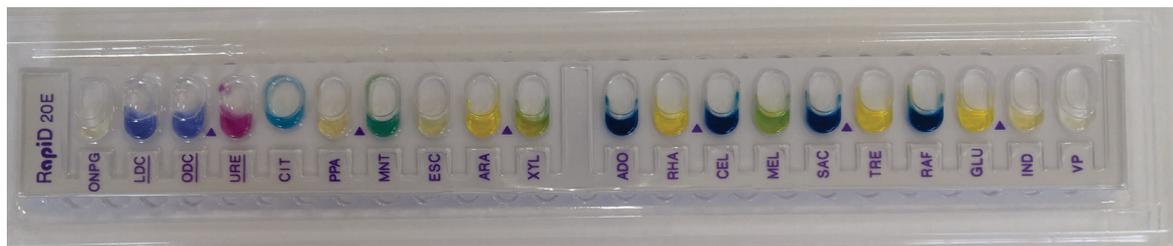


Рис. 2. Набор «Rapid 20E»  
 Fig. 2. Set of «Rapid 20E»

Результаты идентификации типичных колоний отобранных на селективных средах показали, что красные колонии на XLD-агар могут формировать неферментирующие микроорганизмы, а черную окраску колоний могут иметь бактерии *Edwardsiella*. Также являлось затруднительным визуальное отличие красных с черным центром колоний *Proteus* от аналогичных колоний образованных сальмонеллами. Ввиду высокой селективности висмут-сульфит агара, на данной среде подавляется рост некоторых сальмонелл, поэтому она не может быть одной средой в ходе исследования. Также на висмут-агаре, похожие на колонии сальмонелл, но без металлического блеска образуют виды *Citrobacter* и *Proteus*.

В настоящее время для проведения бактериологических исследований, наряду с классическими средами, разработан широкий спектр дифференциальных питательных сред нового поколения — хромогенных сред. По сравнению с обычными селективными средами, хромогенные питательные среды обладают большей специфичностью. Механизм действия хромогенных сред заключается во взаимодействии высокоспецифичных ферментов бактерий с хромогенным субстратом, введенным в состав среды и играющим в ней роль индикатора.

Сальмонеллы ферментируют специфический субстрат — пропиленгликоль до кислоты, в результате чего происходит изменение pH-среды, и колонии сальмонелл окрашиваются в красный цвет. Для дифференциации сальмонелл от колиформных бактерий в состав среды включена хромогенная смесь, которая выявляет наличие фермента Я-галактозидазы — характерного фермента колиформных бактерий, которые растут в виде сине-зеленых или сине-фиолетовых колоний, остальные энтеробактерии и грамотрицательные бактерии, такие

как *Proteus*, *Pseudomonas*, *Shigella* вырастают в виде бесцветных либо слегка желтоватых колоний.

В ходе работы было выяснено, что при использовании Рамбах-агара легко отличить  $H_2S$ -продуцирующие штаммы *Citrobacter* от сальмонелл: первые - синего, вторые — красного цвета, тогда как на XLD-агаре или висмут-сульфитном агаре дифференцировать  $H_2S$ -продуцирующие бактерии с сальмонеллами затруднительно. Таким образом, на хромогенной среде Рамбах-агар, в смешанных культурах, бактерии рода *Salmonella*, легко отличимы от других энтеробактерий по малиновому цвету и морфологии колоний (рис 3).

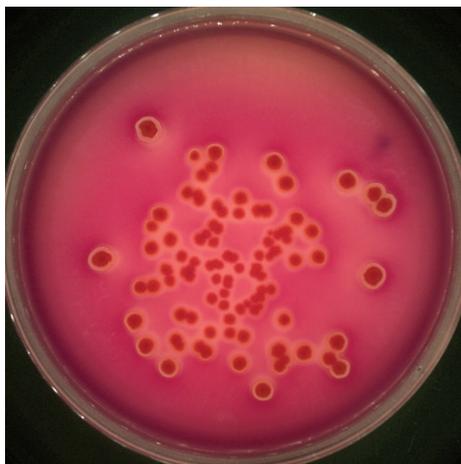


Рис. 3. Рост сальмонелл на хромогенном агаре Рамбах  
Fig. 3. Salmonella growth on chromogenic Rambach agar

*Listeria monocytogenes*, является возбудителем листериоза у людей, хотя продукты питания могут быть контаминированны и другими видами листерий: *L.innocua*, *L.ivanovii*, *L. grayii*, *L.seeligeri*, *L.welshimeri*, поэтому важно не только выделить культуру, но и правильно идентифицировать ее до вида. Выявление *L. monocytogenes* в пищевых продуктах имеет ряд особенностей. В пищевых продуктах бактерии рода *Listeria* находятся в смешанной форме с другими микроорганизмами и для их выделения необходимо использование селективных сред обогащения. В соответствии с ГОСТ 32031-2012, для выявления *L. monocytogenes*, навеску пробы в количестве 25 г вносили в бульон Фрейзера. Этот бульон рекомендуется международным комитетом ISO для первичного и вторичного обогащения, выделения и подсчета *L. monocytogenes* в пищевых продуктах. Среда создает оптимальные условия для роста листерий благодаря высокому содержанию питательных веществ. Рост сопутствующих бактерий в значительной степени ингибируется хлоридом лития, налидиксовой кислотой и гидрохлоридом акрифлавина. Обнаружение D-глюкозидазы возможно благодаря добавлению эскулина и аммиачножелезного (111) цитрата. Глюкозоэскулин расщепляется D-глюкозидазой до эскулетина и глюкозы. Эскулетин образует комплекс с ионами железа от оливково-зеленого до черного цвета. Рост листерий на бульоне Фрейзера обычно сопровождается почернением среды.

Пробы засевали в среду первичного обогащения со сниженной концентрацией селективных компонентов. После культивирования посевов при 30°C в течение 24 часов, проводили второй этап обогащения в среде с полной концентрацией селективных компонентов (рис. 4).

Накопительную культуру термостатировали при 37°C в течение 48 часов и высевали на плотную селективную среду PALCAM агар (рис. 5), также известную как Полимиксин (Polymyxin) — акрифлавин (Acridlavine) — Литий (Lithium-chloride) — Цефтазидим (Ceftazidim) — Эскулин (Esculin) — Маннит (Mannitol) агар, рекомендованный для выделения листерий из продуктов питания.

PALCAM агар ингибирует грамотрицательных и большинство грамположительных сопутствующих бактерий. Среда является высоко селективной за счет включения в ее состав хлорида лития, цефтазидима, полимикмина В и акрифлавина. PALCAM агар — дифференциально-диагностическая среда, в которой используются две индикаторные системы: с эскулином и маннитом. *L. monocytogenes* гидролизуют эскулин на эскулетин и глюкозу. Реагируя с цитратом железа, эскулетин образует коричнево-черный комплекс, что приводит к потемнению среды вокруг колоний. Посевы на на PALCAM агаре просматривали через 24 и 48

часов на наличие роста характерных для листерий колоний, отбирали серовато-зеленые или оливково-зеленые колонии с черным ореолом или с черным центром. Однако, все виды листерий гидролизуют эскулин и идентифицировать. *L. monocytogenes* без дополнительных тестов невозможно.

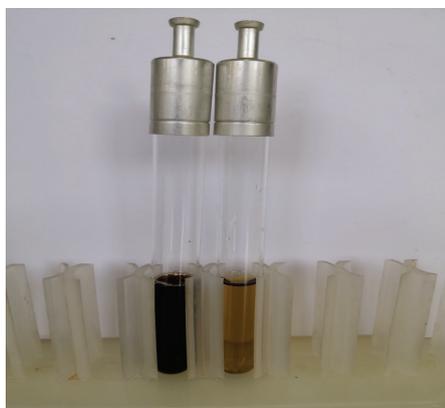


Рис. 4. Рост листерий в жидких селективных средах  
Fig. 4. Listeria growth in liquid selective media



Рис. 5. Рост листерий на PALCAM агаре  
Fig. 5. Listeria growth on PALCAM agar

Для подтверждения принадлежности выделенных культур к бактериям рода *Listeria* проводили тест на каталазу, микроскопировали, определяли подвижность. Каталазаположительные, подвижные при температуре 25°C, грамположительные короткие палочки предположительно отнесли к бактериям рода *Listeria* и проводили дальнейшую идентификацию до вида. У выделенных культур определяли бета-гемолитическую активность на чашках с кровяным агаром. Посевы инкубировали при 37°C в течение 24+2 ч, на каждую чашку с кровяным агаром, кроме исследуемых культур, высевали контрольные штаммы, *L. monocytogenes* (положительный контроль) и *L. ivanovii* (отрицательный контроль). Сравнение прозрачности зон вокруг анализируемых культур проводили визуально. Следует отметить, что у многих изолятов *L. monocytogenes* гемолитическая активность очень мала, просветление можно было увидеть только после снятия бактериальной массы с агара (рис. 6).

Определение ферментативных свойств выделенных культур проводили с использованием наборов для идентификации «API Listeria» фирмы «BioMerieux» Франция (рис. 7).

В целях ускорения исследований и сокращения объема работ, для выделения листерий рекомендована хромогенная среда ALOA-агар по Ottaviani, Agosti (рис. 8). Богатая основа среды обеспечивает оптимальные условия для роста листерий. Включение в среду ингибиторов подавляет рост сопутствующих грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также дрожжей и грибов. Рост *L. monocytogenes* и *L. innocua* не подавляется, тогда как рост других листерий (*L. ivanovii*) задерживается, или полностью ингибируется (*L. seeligeri*). Все

листерии обладают активностью фермента  $\beta$ -D-глюкозидазы и образуют при взаимодействии с хромогенным субстратом синие-зеленые колонии. Дифференциация *L.monocytogenes* от других листерий основана на выявлении активности фермента фосфатидилинозит-фосфолипазы С (PI-PLC). Фосфолипазная активность выявляется по наличию зоны помутнения вокруг колоний *L.monocytogenes*. Отметим, что кроме *L.monocytogenes* только *L.ivanovii* проявляет фосфолипазную активность.

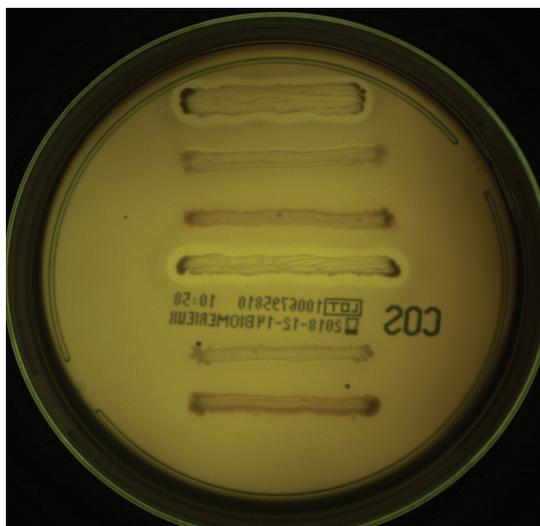


Рис. 6. Бета-гемолитическая активность  
Fig. 6. Beta-hemolytic activity

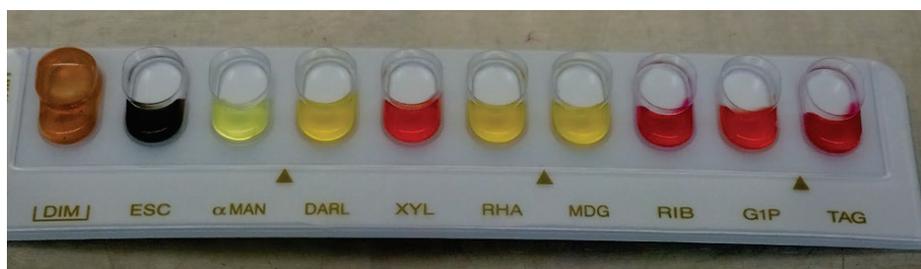


Рис. 7. Набор «API Listeria»  
Fig. 7. The Listeria API set

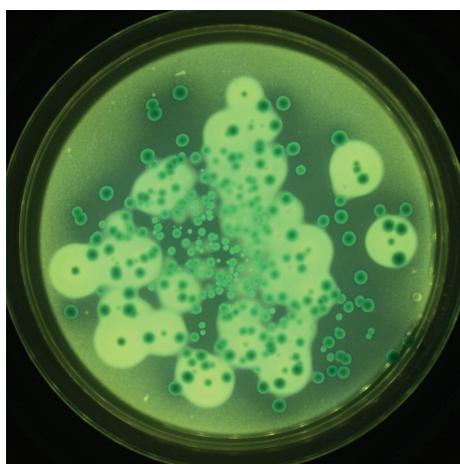


Рис. 8. Рост *L.monocytogenes* на агаре Chromocult® Listeria Selective Agar (ALOA-агар по Ottaviani, Agosti)  
Fig. 8. Growth of *L.monocytogenes* on Chromocult® Listeria Selective Agar (ALOA-агар by Ottaviani, Agosti)

В табл. 1 представлены данные по обнаружению патогенной микрофлоры в мясной продукции.

Таблица 1. Количество обнаружений патогенных микроорганизмов в мясной продукции  
Table 1. The number of detections of pathogenic microorganisms in meat products

Вид продукции	Количество образцов	Количество обнаружений <i>L.monocytogenes</i>	Количество обнаружений <i>Salmonella</i>
Мясо говядины замороженное	21	1	—
Полуфабрикаты из говядины охлажденные	18	4	—
Полуфабрикаты из говядины замороженные	16	1	—
Фарш говяжий	11	1	—
Мясо свинины замороженное	17	—	—
Полуфабрикаты из свинины	13	—	1
Фарш свиной	10	—	—
Субпродукты охлажденные	22	3	2
Тушка цыпленка-бройлера замороженная	12	—	1
Тушка цыпленка-бройлера охлажденная	15	2	4
П/ф куриные замороженные	19	1	3
Фарш куриный замороженный	15	—	2
П/ф куриные замороженные	10	—	1
Мясо птицы механической обвалки	17	4	5
Колбасы вареные	14	—	—
Колбасы варено-копченые	15	—	—

По данным таблицы видно, что наиболее часто патогенная микрофлора (листерии и сальмонеллы) обнаруживаются в сыром мясе, мясе птицы, полуфабрикатах и субпродуктах.

Частота обнаружения бактерий рода *Salmonella* в мясе птицы выше, чем в мясе животных. Следует также отметить, что мясное сырье менее обсеменено патогенной микрофлорой, чем полуфабрикаты, изготовленные из него.

Выявлено, что наибольшее количество выделенных культур сальмонелл пришлось на мясо механической обвалки и полуфабрикаты, сырьем для которых послужило мясо механической обвалки.

Листерии и сальмонеллы не были обнаружены в готовых изделиях из мяса.

**Выводы.** По результатам проведенных исследований установлено, что среди обнаруженных листерий преобладало два вида, наиболее часто обсеменяющих продукцию из мяса, — *L.innocua* и *L.monocytogenes*. Для более точной и быстрой дифференциации патогенной микрофлоры целесообразно использовать хромогенный ALOA-agar по Ottaviani, Agosti, выявляющий вирулентный фактор *L.monocytogenes*. Хромогенная среда Рамбах обладает лучшими дифференциальными свойствами по сравнению с КЛД агаром и позволяет отделить сальмонеллы от культурально сходных штаммов.

#### Список использованных источников

1. Бремя болезней пищевого происхождения в Европейском регионе ВОЗ.- Европейское региональное бюро ВОЗ. Копенгаген. 2017 — 36 с.
2. Джеймс, М. Джей. Современная пищевая микробиология / Джеймс М. Джей, Мартин Дж. Лесснер, Дэвид А.Гольден //М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 886 с.
3. Серегин И.Г. О болезнях пищевого происхождения / И.Г.Серегин, Д.В. Никитченко, А.М. Абдулаева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Агрономия и животноводство. — 2015. — №4. — С. 101-104.
4. Шмайхель, С.Е. Анализ выявлений бактерий рода SALMONELLA в странах европейского союза по данным информационной системы RASFF / С.Т. Шмайхель, Н.Б. Шадрова // Ветеринария сегодня. — 2018. — №4(27). — С.12-20.

- Максимович, В. В. Листерия: этиология, эпизоотологические и эпидемиологические особенности, диагностика, общая и специфическая профилактика у животных и людей / В. В. Максимович, В. М. Семенов // Ветеринарный журнал Беларуси. — 2015. — №2. — С. 3–9.
5. Дж.К.Мид. Микробиологический анализ мяса, мяса птицы и яйцепродуктов / под. ред. Джеффа К.Мид. — СПб.: Профессия, 2008. — 383 с.
  6. Ефимочкина, Н.Р. Микробиология пищевых продуктов и современные методы детекции патогенов / Н.Р.Ефимочкина. — М: РАМН, Москва, 2013. — 518 с.
  7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: ТР ТС 021/2011. — Введ. 01.07.2013. — РФ: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2013. — 172 с.
  8. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции»: ТР ТС 034/2013. — Введ. 01.05.2014. — РФ: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2014. — 40 с.
  9. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria Monocytogenes*: ГОСТ 32031-2012. — Введ. 01.04.2016. — Минск: Госстандарт, 2016. — 30 с.
  10. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода *Salmonella*: ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). — Введ. 01.06.2014. — Минск: Госстандарт, 2014. — 26 с.

#### Информация об авторах

*Силич Мария Валентиновна*, заведующий лабораторией 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: [marya\\_s2020@bk.ru](mailto:marya_s2020@bk.ru)

*Козельцева Елена Игоревна*, 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: [kozeltsava@tut.by](mailto:kozeltsava@tut.by)

#### Information about authors

*Silich Maria Valentinovna*, Head of the Microbiological Research Laboratory 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: [marya\\_s2020@bk.ru](mailto:marya_s2020@bk.ru)

*Kozeltseva Elena Igorevna*, Researcher at the Laboratory of Microbiological Research 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: [kozeltsava@tut.by](mailto:kozeltsava@tut.by)

УДК 664.31

Поступила в редакцию 16.08.2024  
Received 16.08.2024**Е. М. Моргунова<sup>1</sup>, О. В. Вышникова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ МЕДОВЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ТРИТИКАЛИЕВОГО СОЛОДА**

**Аннотация.** Натуральные напитки брожения на основе меда, содержащие широкий спектр биологически активных веществ, позволяют расширить ассортиментный перечень национальных продуктов. Перспективным является улучшение ассортиментной политики производства напитков брожения, как и других пищевых продуктов, за счет применения растительного сырья белорусской селекции. Исследование тритикалиевых солодов, с целью расширения сырьевой базы и ассортимента выпускаемой продукции, способствует обеспечению повышения качества продукции, сокращению производственного цикла и снижению ее себестоимости. Тритикале является перспективной культурой для производства натуральных напитков брожения.

**Ключевые слова:** технология производства, медовое сусло, натуральные напитки брожения, тритикале, солодовенные свойства, состав аминокислот, активность ферментов.

**A. M. Marhunova<sup>1</sup>, O. V. Vyshnikova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>State Committee for Standardization of the 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

## **INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF DEVELOPING A TECHNOLOGY FOR HONEY DRINKS BASED ON TRITICALE MALT**

**Abstract.** Natural fermented drinks based on honey, containing a wide range of biologically active substances, make it possible to expand the assortment list of national products. It is promising to improve the assortment policy of the production of fermented beverages, as well as other food products, through the use of plant raw materials of Belarusian selection. The study of triticale malts, in order to expand the raw material base and the range of products, contributes to improving product quality, reducing the production cycle and reducing its cost. Triticale is a promising crop for the production of natural fermented beverages.

**Keywords:** production technology, honey wort, natural fermentation drinks, triticale, malting properties, amino acid composition, enzyme activity.

**Введение.** В настоящее время наблюдается особый потребительский интерес к напиткам брожения на основе меда, содержащим широкий спектр биологически активных веществ. Создание оригинальных рецептур на основе качественных продуктов пчеловодства, а также их адаптация к современным условиям потребительского рынка представляет особый интерес.

Обеспечение качественного полноценного питания, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества являются основополагающими факторами достижения стратегических целей внутренней и внешней политики любого государства. В связи с этим в стране принимаются мероприятия, направленные на достижение целей, изложенные в «Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года», «Стратегии повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года» [1, 2].

Применение меда и тритикале белорусской селекции в изготовлении натуральных напитков позволит повысить их пищевую ценность и создать продукт с заложенными функциональными и оригинальными органолептическими свойствами [3, 4].

Напитки натурального брожения содержат широкий спектр биологически активных веществ.

Процесс производства напитков брожения с основным сырьевым компонентом медом достаточно длительный, поэтому разработка способов интенсификации процесса брожения в технологии является первоочередной задачей.

Медовое сусло в технологии производства натуральных напитков брожения является сложным ингредиентом. Небольшое количество белка, которое есть в меде, плохо усваивается дрожжами. К протеинам, производимым дрожжами, в первую очередь следует отнести пролин, который является аминокислотой, которую дрожжи могут потребить только в условиях сильной аэрации. Небольшое количество аминокислот, содержащихся в меде, со временем уменьшается или связывается. Для уменьшения микробиологической контаминации медовое сусло, согласно технологии производства натуральных напитков брожения, подвергается кратковременному нагреванию. Пастеризации (нагревание) меда приводит к коагуляции белков. Альбумины, коллоиды и денатуранты некоторых протеинов выводятся из раствора, тем самым дополнительно уменьшая азотистые вещества. Таким образом, медовое сусло в зависимости от содержания азотистых веществ затормаживает процесс брожения [5].

Многие необходимые вещества — инозитол, биотин, пантотеновая кислота — в медовом сусле или отсутствуют полностью, или находятся в небольших количествах, недостаточных для обеспечения протекания нормального брожения. Также в медовом сусле содержатся минералы (кальций, магний, натрий, фосфор и цинк), необходимые дрожжам для роста и превращения сахара в спирт и другие вторичные продукты, которые формируют аромат напитков брожения. Большая часть минералов находится в количествах, которые не могут помочь дрожжам сбродить мед. К тому же они являются составляющей частью буферного раствора в любой ферментации. Если эти минералы отсутствуют полностью или находятся в недостаточных концентрациях, особенно кальций и калий, угольная кислота и органические кислоты, производимые дрожжами, могут быстро понизить рН до 2,5–2,9, что является большим стрессом для дрожжей. Дрожжи не могут поддерживать свою популяцию на достаточном уровне. При таких условиях уровень превращения сахара в спирт очень низок, брожение протекает вяло, даже может затухнуть. Формируется посторонний вкус и аромат.

Поэтому особую значимость и актуальность для производства напитков брожения на основе меда приобретают экстракты солодовые, обладающие уникальными товароведно-технологическими свойствами, которые обеспечивают не только требуемое качество без применения добавок или с минимизированным его количеством в составе, но и позволяют повысить эффективность технологических процессов [5, 13, 14].

Солод — это продукт искусственного проращивания с последующим высушиванием зерна злаковых культур, в основном, ячменя, пшеницы, ржи. В процессе изготовления солода, в зерне формируется комплекс диастатических ферментов. Они способны расщеплять продукты, содержащие крахмал на простые сахара (процесс осахаривания крахмала), которые в результате брожения превращаются в этиловый спирт [6].

Солодовый экстракт — продукт, полученный путем водной экстракции зернового и/или бобового сырья; полисолодовый экстракт состоит из смеси трех и более солодов зерновых и/или бобовых культур [7, 8].

Солодовые и полисолодовые экстракты обладают богатым биохимическим составом. Сведения о витаминно-минеральном составе изученных в процессе исследования экстрактов представлены в табл. 1.

С целью расширения ассортимента напитков брожения на основе меда, снижения затрат и повышения конкурентоспособности целесообразно внедрять прогрессивные способы переработки традиционного сырья, обеспечивающие повышение качества продукции и сокращение продолжительности технологических операций. Для обогащения медового сула необходимыми веществами выбран тритикалеевый солод.

Тритикале относится к амфидиплоидам, гибридным организмам с полным хромосомным набором обоих родителей, отличающимся повышенной плодовитостью и возможностью размножаться с сохранением уникальных свойств, и является первой зерновой культурой, созданной человеком. Название происходит от латинского: *Triticum* — пшеница и *Secale* — рожь. Аналогов в природе нет [9].

Таблица 1. Витаминно-минеральный состав вязких и порошкообразных солодовых экстрактов  
 Table 1. Vitamin and mineral composition of viscous and powdered malt extracts

Наименование экстракта	Содержание химических элементов											Суммарное значение незаменимых аминокислот, мг%
	Витамины, мг%						Элементный состав, мг%					
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	Zn	K	Fe	Cu	Ca	P	
Экстракт солодовый вязкий (ячменный)	0,30	0,32	7,1	0,39	–	0,10-1,82	315–351	0,2–3,1	0,19-0,20	0,71–10,32	32,0–101,0	118
Экстракт солодовый порошкообразный (гречишный, гороховый)	0,91–1,33	0,76–1,22	9,5 – 11,0	0,6 – 1,1	0,7–0,72	680–900	70–250	340–1130	–	–	–	228
Экстракт полисолодовый вязкий (смесь ячмень-кукуруза-овес пленчатый, смесь ячмень-тригикале-овес голозерный)	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>5</sub>	C	B <sub>6</sub>	PP	Zn	K	Fe	Cu	Ca	
Экстракт порошкообразный (смесь ячмень-кукуруза-гречиха, смесь ячмень-горох-гречиха, смесь ячмень-тригикале-гречиха)	0,3–0,70	0,19–0,80	0,05–0,1	0,4–2,3	0,6–1,21	12–37,5	0,52–2,40	215–415	1,2–3,4	0,55–0,93	15,8–60,1	151-613
Экстракт порошкообразный (смесь ячмень-кукуруза-гречиха, смесь ячмень-горох-гречиха, смесь ячмень-тригикале-гречиха)	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>4</sub>	C	E	P	Zn	K	Fe	Cu	Ca	2700–3600
	0,69–086	0,26–1,26	10,3–10,5	0,2–0,4	0,64–0,68	120–262	–	270–655	–	–	437–4850	

Примечание. Таблица составлена на основании информации из научных источников [3].

Республика Беларусь является одним из государств — лидеров по выращиванию этой злаковой культуры. В 2022 в стране было получено 1,4 миллиона тон тритикале. Эту культуру выращивают во многих странах, в том числе в Алжире, Эфиопии, государствах Латинской Америки, Азии. При этом именно Беларусь в 2021-м по количеству посевных площадей вышла на второе место в мире, уступив лишь Польше и оставив позади Германию, Францию.

В 2024 году было отведено 1934,1 тыс.га для посева озимых культур из которых тритикале 343,1 тыс. га. Данные для сравнительного анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2. Площади сева озимых сельскохозяйственных растений в сельскохозяйственных организациях под урожай 2024 года (тыс. гектаров)

Table 2. Areas of sowing winter agricultural crops in agricultural organizations for the 2024 harvest (thousand hectares)

Наименование области	Площадь сева озимых культур	в том числе							
		озимые зерновые на зерно	из них				озимые крестоцветные на зерно	из них	
			рожь	пшеница	тритикале	ячмень		рапс	сурепица
Брестская	3192	253,5	60,5	80,6	82,1	30,3	65,8	65,5	0,3
Витебская	273,4	213,3	25,8	122,0	22,3	43,2	60,1	57,9	2,0
Гомельская	316,3	244,8	66,5	68,0	56,0	54,3	71,5	70,7	0,8
Гродненская	283,2	214,0	26,3	105,3	48,3	34,1	69,2	69,0	0,2
Минская	449,9	348,2	39,4	166,4	78,5	63,9	101,7	100,0	1,7
Могилевская	292,0	230,7	24,1	101,4	55,9	49,3	61,3	60,7	0,6
Республика Беларусь	1934,1	1504,5	242,6	643,7	343,1	275,1	429,6	423,8	5,8

Тритикале белорусской селекции хорошо адаптируется к неблагоприятным условиям окружающей среды, обладает толерантностью к различным заболеваниям и имеет высокий потенциал продуктивности, сочетая в своем генотипе положительные свойства родительских видов, таких как пшеница и рожь. [9, 10]. Основным критерием оценки сортов озимого тритикале является урожайность зерна, которая зависит от индивидуальной продуктивности растения и количества растений, сохранившихся к уборке. Информация по урожайности сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, представлена в табл. 3.

Повышенная пищевая ценность тритикале — результат селекции. Высокое содержание валлина, глицина, аргинина и лизина обуславливает повышенную питательную ценность напитка. По содержанию белка тритикале на 3–4 % превосходит рожь и на 1,5% — пшеницу.

Таблица 3. Урожайность сельскохозяйственных культур, 2019-2023 гг.

Table 3. Crop yields, 2019-2023

Наименование культуры	Урожайность, ц/га				
	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Рожь	23,7	29,2	23,7	26,2	22,4
Пшеница	33,4	39,6	33,9	40,1	35,9
Тритикале	28,9	33,1	26,0	32,5	28,7
Ячмень	26,9	33,5	27,3	33,4	27,2
Овес	23,0	28,8	21,5	25,4	23,1
Рапс	16,8	20,6	19,0	21,3	23,1

Тритикале является культурой с повышенной активностью амилалитических ферментов, что позволяет считать перспективным проектирование натуральных напитков брожения из тритикале. Благодаря активности амилалитических ферментов, интенсифицировался процесс брожения, о чем свидетельствуют результаты исследований процесса изменения содержания сухих веществ модельных образцов в сравнении с контрольным вариантом. Напиток брожения из тритикале, по органолептическим показателям оценивается как непрозрачная пенящаяся жидкость, с небольшой опалесценцией, без посторонних включений. Напиток имеет темно-коричневый цвет, освежающий сладкий вкус, выраженный аромат. Среднее содержа-

ние аминокислот в белках тритикале (г аминокислоты на 100 г общего азота), по данным ФАО составляет: лизин — 19,6 г; валин — 24,2 г; лейцин — 41,7 г, изолейцин — 18,7 г; метионин — 6,0 г; треонин — 19,6 г; триптофан — 6,3 г; фенилаланин — 28,6 г; цистин — 7,9 г; терозин — 19,5 г; аргинин — 38,2 г; гистидин — 13,3 г; аланин — 25,8 г; аспаргиновая кислота — 41,6 г; глютаминовая кислота — 152,8 г; глицин — 26,5 г; пролин — 52,1 г; серин — 25,0 г. [9, 10]

Зерно тритикале также характеризуется повышенной зольностью, более низким содержанием углеводных компонентов и наличием в нем специфического углевода ржи - трифруктозана. Белки зерна тритикале в среднем содержат 5–10 % альбуминов, 6–7 % глобулинов, 30–37 % проламинов и 15–20 % глютеминов. Все виды тритикале имеют больше водорастворимого азота, чем родительские формы. В зерне тритикале по сравнению с пшеницей, содержится больше свободных незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин и другие, в силу чего биологическая ценность тритикале выше, чем у пшеницы. Главным компонентом зерна тритикале, как и других злаковых, является крахмал. На его долю приходится 3/4 веса зерна. По содержанию клейковинообразующих белков тритикале намного превышает рожь и приближается к пшенице, что говорит о способности зерна амфидиплоидов образовывать связанную клейковину по пшеничному типу. По качеству клейковины тритикале в большинстве случаев имеет более низкие данные из-за содержания в ней белков ржаного типа.

Этот злак используют для получения солода. В зерне тритикале в зависимости от сорта содержится (% от СВ): крахмала — 62,13–66,70 %, белка — 9,75–14,80 %, гуммивеществ — 1,72–3,48 %, гемицеллюлоз — 5,45–7,28 %, жира 2,1–2,5 %, зольных элементов — 1,7–2,2 %. В табл. 4 приведены сведения по фракционному составу азотистых веществ тритикале [10].

Таблица 4. Фракционный состав азотистых веществ  
Table 4. Fractional composition of nitrogenous substances

Общий растворимый азот, мг/100г СВ	Фракции азотистых веществ по Лудину, мг/100г СВ			Аминный азот, мг/100г СВ
	А	В	С	
749,0	360,0	209,0	180,0	54,0

Для производства солода подходят сорта тритикале Михась, Мально, Згода, Дар (Беларусь), которые характеризуются высоким содержанием экстракта (83,0–85,1% от СВ), невысоким содержанием белка (11,10; 10,70; 12,90 и 9,75% от СВ соответственно), высокими показателями энергии (95–96% от СВ) и способности прорастания (97,6–98,8% от СВ). Эти сорта содержат мало гуммивеществ. Отсутствие у зерна тритикале мякинной оболочки существенно ускоряет процесс замачивания. Необходимая степень замачивания зерен всех сортов тритикале (42–44%) достигается уже через 24–28 часов, что сокращает процесс замачивания тритикале по сравнению с ячменем в 2–2,5 раза. При увеличении влажности замоченного тритикале до 46% наблюдается увеличение активности всех групп гидролитических ферментов (амилолитических, протеолитических, цитолитических), но при этом появляется мажущая консистенция эндосперма зерна, что свидетельствует о перезамачивании зерна. Поэтому наиболее оптимальной степенью замачивания тритикале является 44%, а продолжительность солодоращения 5–6 суток. При этих условиях повышается биосинтез основных гидролитических ферментов. В связи с тем, что оптимальные условия для проявления активности ферментов солода из тритикале отличаются от показателей, установленных для ячменного солода, необходимо изменить режим затирания зернопродуктов и при этом учитывать особенности нового продукта. Оптимальными условиями для проявления ферментативной активности  $\alpha$ -амилазы является температура 58–62°C и рН среды 5,3–5,6; для  $\beta$ -амилазы — температура 47–51°C и рН среды 4,9–5,3; для цитолитических ферментов — температура 47°C и рН среды 4,8–5,2. Гидролитические ферменты тритикалевого солода более стабильны к воздействию температуры и рН среды по сравнению с гидролитическими ферментами ячменного солода [10].

Качество солода и другого зернового сырья в использовании при технологическом процессе брожения, определяется не только физикохимическими показателями зерна (содержанием белка,  $\beta$ -глюканов, экстрактивностью и т.д.); важно и его микробиологическое состояние. Причиной микробиологической порчи зернового сырья в подавляющем большинстве случаев служат микроскопические грибы. Развиваясь на зерне, они приводят к изменению его цвета, в частности, к почернению, появлению у зерновой массы затхлого, плесневелого запаха, к гибели зародыша и снижению прорастаемости, к потере сухой массы зерна. Обла-

дая системой мощных протеолитических ферментов, грибы разрушают ткани зерна, приводят к перерастворению крахмала, появлению низкомолекулярных белков, повышению кислотности. Химические процессы, происходящие в зерне под воздействием микроскопических грибов, отрицательно сказываются на качестве сула и получаемого из него напитков брожения. Данные исследований микологического состояния тритикале показали, что микробиота обладает определенными особенностями в сравнении с рожью и ячменем. В первую очередь, заметна очень низкая инфекционная нагрузка: зерна после инкубации в течение 5 суток во влажной камере выглядят под микроскопом абсолютно чистыми, без какого-либо роста грибов. Таким образом, и с точки зрения микробиологического статуса, культура тритикале представляет собой хорошую замену или дополнение как зерновое сырье в технологическом процессе для изготовления натуральных напитков брожения на основе меда и может применяться в качестве несоложенной добавки или тритикалевого солода [11].

**Закключение.** Анализ научных данных показал, что для производства натуральных напитков брожения применяются разнообразные компоненты растительного происхождения с целью придания напитку оригинальных органолептических характеристик и обогащения его биологически активными веществами. Перспективным является улучшение ассортимента политики производства напитков брожения, как и других пищевых продуктов, за счет применения растительного сырья белорусской селекции. Исследование тритикалевого солода и возможностей их применения для изготовления напитков брожения, в том числе и для замены ими солодов других зерновых культур, с целью расширения сырьевой базы и ассортимента выпускаемой продукции, способствует обеспечению повышения качества продукции, сокращению производственного цикла и снижению ее себестоимости.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что использование тритикалевого солода, полученного из гибрида зерна белорусской селекции в технологии производства натуральных напитков брожения является альтернативой использования других солодовых компонентов, а также с экономической точки зрения в связи с актуальной задачей импортозамещения данный технологический прием может позволить производства натуральных напитков брожения высокого качества на основе отечественного сырья.

#### Список использованных источников

1. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15.01.2017 г. №962
2. 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. — С. 8–17.
3. *Микулинич, М. Л.* Товароведно-технологические свойства солодовых и полисолодовых экстрактов (обзор) / М. Л. Микулинич, И. М. Абрамова С. Л. Масанский, Н. Ю. Азаренок // Вестник БГУТ. — 2021. — № 1(30). — С. 3–7.
4. Рабочий план по подготовке и проведению весенних полевых работ на 2024 год / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.yandex.by/docs/view/vrp-vpr-2024.pdf>. — Дата доступа: 24.05.2024.
5. George Clayton Cone Basics of Mead Fermentation by George Cone. The Basics of Mead Fermentation // Lalemend. — 2010. — №1.
6. *Хорунжина, С. И.* Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С. И. Хорунжина. — М.: Колос, 1999. — С. 307–312.
7. *Белокурова, Е. С.* Биотехнология продуктов растительного происхождения: учебное пособие / Е. С. Белокурова, О. Б. Иванченко. — Санкт-Петербург, 2019 — С. 232.
8. *Коновалов, С. А.* Биохимия бродильных производств / С. А. Коновалов, Е. В. Будницкая, И. Я. Веселов, А. К. Родопуло. — Москва, 1967. — С.200–205.
9. Тритикале — первая зерновая культура, созданная человеком / пер. с англ. М.Б. Евгеньева; под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова. — М.: Колос, 1972.
10. *Куркиев, У. К.* Технологические свойства пшенично-ржаных амфидиплоидов / У. К. Куркиев, Л. В. Семенова, П. Л. Мамошина // Тритикале. Изучение и селекция: материалы международного симпозиума. — Л.:ВИР, 1975. — 311 с.
11. *Волкова, Т. Н.* Оценка зараженности зерна ячменя и солода плесневыми грибами / Т.Н. Волкова // Пиво и напитки. — 2010. — №2. — С. 26–32.
12. *Пак, О. В.* Беларусь на втором месте в мировом рейтинге по посевным площадям тритикале [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/dvoynaya-sila-tritikale.html>. — Дата доступа: 24.05.2024.

13. Помозова В. А. Новые виды медовых напитков / В.А. Помозова // Пиво и напитки. — 2001. — № 2. — С. 74–75.
14. Производство слабоалкогольных сброженных напитков на основе меда / В. А. Помозова [и др.] // Совершенствование технологии и оборудования производства алкогольной, слабоалкогольной и безалкогольной продукции и методов анализа их качества: материалы международной научно-практической конференции. — Минск, 2004. — С. 53–55.

#### Информация об авторах

*Моргунова Елена Михайловна*, кандидат технических наук, доцент, Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь (ул. Старовиленский тракт, 93, 220053, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: belst@gosstandart.gov.by

*Вышникова Ольга Владимировна*, заведующий лабораторией опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Калинина, 21А, 222811, г. Марьина Горка, Пуховичский район, Минская область, Республика Беларусь).

E-mail: o.vyshnikova@tut.by

#### Information about authors

*Morgunova Elena Mikhailovna*, PhD (Technical), Associate Professor, Chairman of the State Committee for Standardization of the Republic of Belarus (93, Starovilensky Trakt St., 220053, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: belst@gosstandart.gov.by

*Vyshnikova Olga Vladimirovna*, Head of the Laboratory of Pilot Production of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (21A, Kalinin St., 222811, Maryina Gorka, Pukhovichi District, Minsk Region, Republic of Belarus).

E-mail: o.vyshnikova@tut.by

УДК 664.953.022.3:639.64:582.272

Поступила в редакцию 26.08.2024  
Received 26.08.2024**Е. С. Красовская, И. М. Почицкая, М. С. Алексеенко***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь***ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ  
ПРОГНОЗИРОВАТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПАСТ  
И ПАШТЕТОВ РЫБНЫХ С ФУКУСОМ**

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования биологически активных компонентов рыбного сырья и бурой водоросли фукуса, влияющих на функциональные свойства паст и паштетов рыбных с фукусом. Разработана математическая модель, устанавливающая требования к содержанию физиологически функциональных пищевых ингредиентов и показателям, отвечающим за биологическую ценность паст и паштетов рыбных с фукусом. Проведена оптимизация рецептурного состава паст и паштетов рыбных с бурой водорослью фукус, позволяющая прогнозировать функциональные свойства продукта. Обоснована функциональность паст и паштетов рыбных с фукусом за счет сбалансированного состава аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, содержания йода, полисахарида фукоидана и пищевых волокон, в том числе альгинатов.

**Ключевые слова:** незаменимые аминокислоты, йод, фукоидан, пищевые волокна, альгинаты, рыбные паштеты, рыбные пасты, фукус, адекватный уровень потребления в сутки.

**E. S. Krasovskaya, I. M. Pochitskaya, M. S. Alekseenko***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***THE STUDY OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES THAT MAKE IT  
POSSIBLE TO PREDICT THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF FISH  
PASTES AND PATES WITH FUCUS**

**Abstract.** The paper presents the results of a study of biologically active components of fish raw materials and fucus brown algae that affect the functional properties of fish pastes and pates with fucus. The optimization of the formulation composition of fish pastes and pates with fucus kelp has been carried out, which makes it possible to predict the functional properties of the product. A mathematical model has been developed that establishes requirements for the content of physiologically functional food ingredients and indicators responsible for the quality and safety of fish pastes and pates with fucus. The functionality of fish pastes and pates with fucus is justified due to the balanced composition of amino acids, polyunsaturated fatty acids, iodine, fucoidan and dietary fibers, including alginates.

**Keywords:** essential amino acids, iodine, fucoidan, dietary fiber, alginates, fish pates, fish pastes, focus, an adequate level of consumption per day.

**Введение.** Функциональные продукты питания при систематическом употреблении в суточном рационе позволяют исключить многие заболевания и поэтому занимают на мировом рынке лидирующие позиции по предпочтительности выбора среди населения. Рыба является полноценным продуктом, позволяющим восполнять потребности организма в незаменимых аминокислотах, ненасыщенных жирных кислотах, витаминах, макро- и микроэлементах. Морские водоросли являются источником пищевых волокон и содержат ценные вещества для правильного функционирования организма, которые отсутствуют в наземных растениях [1–5].

По результатам анкетирования, проведенного в Республике Беларусь, респонденты чаще предпочитают здоровый образ жизни пассивному отдыху, биологически активные добавки лекарствам, сбалансированные продукты питания вредным диетам [6, 7].

В этой связи актуальным остается разработка новых продуктов с функциональными свойствами, положительно воздействующими на важнейшие системы организма.

Цель исследований — на основе анализа биологически активных веществ рыбного сырья и бурой водоросли фукуса разработать математическую модель, позволяющую получить продукт функциональной направленности, сбалансированный по наиболее важным показателям биологической ценности.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись образцы пресноводной и морской рыбы, экстракта морской бурой водоросли фукус «Натив-Детокс» и сухого измельченного порошка морской бурой водоросли фукус, пасты и паштеты рыбные, изготовленные из пресноводной и морской рыбы с добавлением бурой водоросли фукус.

В образцах исследовали содержание биологически активных веществ рыбного сырья и бурой водоросли фукуса: аминокислотного состава, йода, полисахарида фукоидана, пищевых волокон (в т.ч. альгинатов), ненасыщенных жирных кислот, влияющих на функциональные свойства паст и паштетов рыбных с фукусом.

Исследования проводили в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Определение аминокислотного состава рыбного сырья осуществляли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000 [8], жирнокислотный состав — методом газовой хроматографии по ГОСТ Р 55483-2013 [9], определение содержания йода, альгинатов — по ГОСТ 26185-84 [10], содержание пищевых волокон по МВИ.МН 3928-2011 [11], содержание фукоидана определяли модифицированным спектрофотометрическим методом (метод Дише) [12], массовую концентрацию макро- и микроэлементов — по ГОСТ 30538-97 методом атомно-эмиссионной спектроскопии [13].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В соответствии с СТБ 1818 «Пищевые продукты функциональные. Термины и определения» функциональный пищевой продукт — это продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят биологически активные и/или физиологически ценные ингредиенты, безопасные для здоровья, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50 % от суточной физиологической потребности. К ним относят: минеральные вещества, витамины, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики [14].

В составе рыбного сырья и бурой водоросли фукус содержится значительное количество физиологически функциональных пищевых ингредиентов: минеральные вещества (в т.ч. йод), полиненасыщенные жирные кислоты в рыбе, пищевые волокна (в т.ч. альгинаты) и йод в фукусе, также пребиотики.

Согласно СТБ 1818, пребиотики — это физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника.

К основным видам пребиотиков относятся: аминокислоты, органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты, полисахариды, полезные для человека растительные и микробные экстракты, антиоксиданты и др. [14].

Представляет научный и практический интерес изучение содержания физиологически функциональных ингредиентов и их свойств в составе рецептурных компонентов (рыбного сырья, фукуса) для производства рыбных паст и паштетов с бурой водорослью фукус: аминокислот; полиненасыщенных жирных кислот; полисахаридов (фукоидана); пищевых волокон (в т.ч. альгинатов); минеральных веществ (в т.ч. йода).

При разработке специализированных продуктов также необходимо обеспечить содержание не менее 15 % суточной нормы биологически активного вещества в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к продукции на территории Евразийского экономического союза, утвержденными Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 г. №299 [15], регламентирующими адекватный суточный уровень потребления и верхний предельный безопасный уровень суточного потребления пищевых

и биологически активных веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов и БАД к пище на 2300 ккал.

Таким образом, для моделирования продуктов с функциональными свойствами необходимо обеспечить содержание физиологически функциональных пищевых ингредиентов в продукте в количестве от 10 до 50 % [14] и не менее 15 % от суточной физиологической потребности по [15].

Проведены исследования аминокислотного, жирнокислотного состава, содержания йода в рыбном сырье (каarp, толстолобик, белый амур, минтай, хек, сельдь, форель радужная), содержания пищевых волокон, фукоидана и йода в фукусе Натив-Детокс, порошке сухого фукуса и других рецептурных компонентах для моделирования паст и паштетов рыбных с фукусом.

Важная роль в биологической ценности мяса рыбы принадлежит белку с полноценным набором аминокислот и жиру, содержащему полиненасыщенные жирные кислоты. Анализ литературных данных показал, что содержание аминокислот и жирно-кислотного состава товарной пресноводной рыбы значительно отличается и зависит, главным образом, от сбалансированности состава кормовых добавок [16].

Лабораторные исследования аминокислотного состава пресноводной и морской рыбы показали достаточно высокую обеспеченность незаменимыми (гистидин, валин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин) и заменимыми (аспартат, глутамат, серин, глицин, аргинин, аланин, цистин) аминокислотами и насыщенными, моно- и полиненасыщенными жирными кислотами (ЖК) (табл. 1).

Таблица 1. Аминокислотный (г/100 г белка) и жирнокислотный состав (% от ЖК) мышечной ткани различных видов рыбы  
Table 1. Amino acid (g/100 g of protein) and fatty acid composition (% of FA) of muscle tissue of various fish species

Наименование показателя	Наименование рыбы						
	Карп обык- новенный	Толсто- лобик	Амур белый	Форель радужная	Сельдь	Минтай	Хек
Сумма незаменимых аминокислот (НАК), г/100 г белка	38,28	43,61	39,60	40,96	51,51	41,27	41,1
Сумма заменимых аминокислот (ЗАК), г/100 г белка	43,96	47,29	40,86	48,1	47,1	46,2	54,1
Насыщенные жирные кислоты (ЖК), %	28,2	31,0	31,6	15,2	24,0	24,0	38,3
Мононенасыщенные жирные кислоты, %	53,1	48,0	52,2	56,8	48,8	40,8	36,4
Полиненасыщенные жирные кислоты, %	17,5	16,5	14,8	27,0	23,7	35,0	25,0
Сумма омега-3 жирных кислот, %	2,6	9,7	11,0	6,1	21,58	4,9	22,2
Сумма омега-6 ЖК жирных кислот, %	14,8	7,9	12,5	20,6	2,12	30,1	2,1

Результаты аминокислотного состава белка пресноводной и морской рыбы свидетельствуют о высоком содержании гистидина в образцах карпа, толстолобика, сельди и форели радужной, что, в среднем, в 1,5 раза выше, чем в белом амуре, минтае и хеке. Гистидин необходим в качестве агента роста [17].

Содержание аргинина варьировало в исследуемых образцах рыбы от 841,2 до 1270 мг/100 г. Аргинин выполняет важные функции в теле человека.

По результатам исследования содержание глицина в карпе в 2,0-2,2 раза выше по сравнению с образцами морской рыбы (хек, минтай), в 1,8 раза выше, чем в толстолобике и белом амуре, в 1,4 раза выше содержания глицина в сельди и форели. Глицин играет важную роль для организма, участвует во многих биохимических процессах.

В процессе анализа было установлено, что содержание лизина выше в образцах форели радужной и морской рыбе, минимальное содержание отмечено в карпе. Из числа исследуемых образцов в белом амуре ниже количество изолейцина, аланина, треонина и серина. Содержание глутамата в трех образцах пресноводной рыбы (каarp, толстолобик, белый амур) ниже в сравнении с морской рыбой и форелью радужной в 1,5 раза. Цистин присутствует в меньшей степени в пресноводной рыбе (белый амур, толстолобик, карп): от 37,1 до 60,8 мг/100г, в мясе форели радужной — 131,5 мг/100г, максимальное количество отмечено в сельди — 300,3 мг/100г. Установлено содержание аспартата: минимальное количество в карпе — 1520,2 мг/100 г, толстолобике — 1750,1 мг/100 г и белом амуре — 1520,0 мг/100 г,

максимальное — в мышечной ткани форели радужной — 2469,1 мг/100 г, минтая — 2282,2 мг/100 г и хека — 2385,1 мг/100 г.

На основе полученных данных исследований были рассчитаны важные показатели биологической ценности: аминокислотные скоры (АС) и коэффициенты утилитарности незаменимых аминокислот рыбного сырья — основного компонента для разработки рецептурных композиций рыбного продукта, обогащенного биологически активными веществами с заданным физико-химическим составом [18]. Аминокислотные скоры, рассчитанные по отношению к эталонному белку, идеально сбалансированному по аминокислотному составу, полностью удовлетворяющему потребности человека в незаменимых аминокислотах в соответствии с рекомендациями ФАО ВОЗ (2011) [19] представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показал, что образцы рыбного сырья (каarp, форель радужная, сельдь, минтай, хек) являются источником всех незаменимых аминокислот, аминокислотные скоры которых составили более 100 %. Образец белого амура лимитирован по содержанию незаменимой кислоты изолейцина АС = 41,7% (менее 100%), образец толстолобика лимитирован по валину АС = 69,5% (менее 100%). Данные виды рыбного сырья, а также сырье с низкими коэффициентами утилитарности необходимо оптимизировать в рецептурных композициях для сбалансированности аминокислотного состава готового продукта.

Таблица 2. Показатели сбалансированности рыбного сырья незаменимых аминокислот в соответствии с рекомендациями ФАО /ВОЗ, 2011

Table 2. Indicators of the balance of fish raw materials of essential amino acids in accordance with the recommendations of FAO /WHO, 2011

Наименование образца	Лизин	Лейцин	Изолейцин	Фенилаланин + тирозин	Метионин + цистин	Валин	Треонин	Триптофан
<b>Скор незаменимых аминокислот (АС), %</b>								
Карп	156,5	123,9	103,3	165,8	169,1	105,0	176,0	169,7
Толстолобик	179,2	127,9	130,0	197,6	182,6	<b>69,5</b>	192,4	227,3
Белый амур	168,8	104,9	<b>41,7</b>	146,3	132,6	101,8	140,0	106,1
Сельдь	206,3	133,1	146,7	204,9	178,3	130,0	206,4	184,8
Минтай	192,5	129,7	154,7	199,0	185,7	128,8	176,0	171,2
Хек	190,6	127,9	150,0	148,8	219,6	135,0	152,0	153,0
Форель радужная	179,2	134,6	111,7	172,0	152,2	107,5	176,0	174,2
<b>Коэффициент утилитарности (U), %</b>								
Карп	0,66	0,83	1,00	0,62	0,61	0,98	0,59	0,61
Толстолобик	0,39	0,54	0,53	0,35	0,38	1,00	0,36	0,31
Белый амур	0,25	0,40	1,00	0,29	0,31	0,41	0,30	0,39
Сельдь	0,63	0,98	0,89	0,63	0,73	1,00	0,63	0,77
Минтай	0,67	0,99	0,83	0,65	0,69	1,00	0,73	0,75
Хек	0,67	1,00	0,85	0,86	0,58	0,95	0,84	0,84
Форель радужная	0,60	0,80	0,96	0,63	0,71	1,00	0,61	0,62

Для определения биологической ценности рыбного сырья важное значение имеет анализ жирнокислотного состава. В образцах пресноводной рыбы содержится значительное количество пальмитиновой кислоты, основного представителя из группы насыщенных жирных кислот. В карпе, белом амуре, минтае и форели радужной количество линолевой кислоты (омега-6) значительно выше по сравнению с сельдью и хеком (сельдь — 2,1 % и хек — 2,1%). Современная диета включает большое количество омега-6 жирных кислот и недостаточное омега-3 жирных кислот.

Некоторые медицинские исследования подтверждают, что избыточное потребление омега-6 по отношению к омега-3 кислотам может увеличить риск ряда заболеваний [18]. По результатам анализа сельдь содержит значительное количество омега-3 жирных кислот: 3,38% линоленовой кислоты, 0,1% эйкозатриеновой кислоты, 0,6% докозапентаеновой кислоты, 7,9% эйкозапентаеновой кислоты, 9,6% докозагексаеновой кислоты. Докозагексаеновая кислота, играет важную роль для кровообращения, в том числе мозгового [20]. В толстолобике, хеке, форели радужной докозагексаеновая кислота обнаружена в незначительных количествах и отсутствует в белом амуре. Полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, омега-9 в карпе присутствуют незначительно 0,3-1,7 %, в минтае — 3,1-3,5 %. Анализ полученных резуль-

татов показал, что в образцах морской рыбы содержание ненасыщенных жирных кислот выше, чем в прудовой рыбе. Также в образце сельди содержится олеиновая кислота (омега-9). Таким образом, при моделировании компонентного состава функциональных продуктов из рыбы в рецептурную композицию следует вносить сельдь как основной источник омега-3 и омега-9 жирных кислот. Во всех образцах рыб не обнаружены масляная, капроновая, каприловая, каприновая, арахионовая кислоты (менее 0,2). Эйкозапентаеновая кислота не обнаружена в пресноводной рыбе, кроме радужной форели.

При разработке паст и паштетов из рыбы в качестве функциональной добавки, обеспечивающей внесение пищевых волокон, ценных полисахаридов — фукоиданов, органического йода в необходимом количестве, выбран экстракт бурой водоросли фукус в виде геля «Натив-Детокс» и фукус в сухом измельченном виде. Пищевые волокна, в том числе альгинаты фукуса, широко используются в терапии желудочно-кишечных заболеваний и диетологии [21]. Фукоиданы и йод фукуса используются для профилактики поражений щитовидной железы при радиационных авариях [4, 22]. Результаты изучения химического состава, в том числе содержание фукоидана, витаминов и минералов, представлены в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав сухого фукуса и экстракта фукуса  
Table 3. Chemical composition of dry fucus and fucus extract

Наименование показателя	Сухой фукус	Экстракт фукусгель «Натив детокс»
Белок, г	12,0	0,5
Жир, г	0,5	0,2
Углеводы, г	40,0	3,0
Витамин С, мг/100 г	16,6	6,2
Фукоидан, г/100 г	1,0	0,1
Альгиновая кислота, г/100 г	15,0	3,0
Минеральный состав		
Кальций, мг/кг	3330	1250
Магний, мг/кг	1416	652
Фосфор, мг/кг	458	29
Марганец, мг/кг	-	6,13
Железо, мг/кг	133,0	21,65
Цинк, мг/кг	-	3,2
Йод, мг/100г	40,0	0,8-1,2

Установлено содержание: витамина С — 6,2 мг/100г в экстракте, 16,6 — в сухом, микро-, макроэлементный состав (мг/кг) в экстракте: кальций — 1250, магний — 652, фосфор — 29, марганец — 6,13, железо — 21,65, цинк — 3,2, кобальт — 0,08, никель — 0,11. В сухом фукусе : кальций — 3330, магний — 1416, фосфор — 458, железо — 133. Содержание йода в добавке «Натив Детокс» составляет 0,8–1,2 мг/100г, в сухом фукусе — 40 мг/100г.

Ценным элементом фукуса является фукоидан, содержание которого составило 0,1 % в фукусе «Натив Детокс» и 1,0% в сухом порошке фукуса. Результаты исследования аминокислотного состава белков фукуса показали присутствие аланина, аспаргиновой кислоты, валина, гистидина, глицина, глутаминовой кислоты, изолейцина, лейцина, лизина, пролина, тирозина и фенилаланина. Поскольку содержание массовой доли белка в экстракте фукуса «Натив-Детокс» не превышает 0,5 %, таким образом, основным источником белка в пастах и паштетах с фукусом является рыбное сырье.

На основе полученных данных по физико-химическому и витаминно-минеральному составу сырья и рекомендуемых норм суточного потребления веществ были выбраны опорные критерии, определяющие основные функциональные свойства продукта и его биологическую ценность: массовая доля белка, аминокислоты, содержание фукоидана, йода, пищевых волокон (в т.ч. альгиновой кислоты), полиненасыщенных жирных кислот, массовая доля сухих веществ.

Были заданы критерии качества и функциональности, которые выбраны определяющими при планировании рецептурного состава (далее — РЦ) паштета и пасты рыбных, позволяющие прогнозировать функциональные свойства готового продукта.

Полученные данные оценены для прогнозирования функциональности рыбных паст и паштетов с фукусом по ряду физиологически функциональных ингредиентов. Рассчитаны диапазоны содержания физиологически функциональных ингредиентов в пастах и паштетах рыбных с фукусом в соответствии с требованиями, обеспечивающими функциональные свойства продукта.

Результаты технологической апробации производства паст и паштетов рыбных с фукусом показали снижение содержания йода и фукоидана из-за термической обработки продукта. Потери йода в продукте составили от 35,0 % до 40,0 %, фукоидана — от 10 % до 30% при изменении температурных режимов в технологии, что также подтверждают литературные данные, доказывающие разрушение йода при нагревании [22, 23]. Требования к внесению добавок скорректированы по результатам эксперимента.

В табл. 4 представлены адекватный, предельный и рассчитанный уровни содержания в сутки на 2300 ккал в готовом продукте исследуемых физиологически функциональных ингредиентов, а также результаты анализа полученных фактических данных.

Таблица 4. Уровень суточного потребления содержание физиологически функциональных ингредиентов

Table 4. The level of daily intake and the content of physiologically functional ingredients

Пищевые и биологические компоненты продукта рыбного с фукусом	Адекватный уровень потребления в сутки (мкг, мг г/сутки)	Верхний допустимый уровень потребления (мкг, мг г/сутки)	Уровень потребления в составе функционального продукта (мкг, мг г/сутки) 15-50% суточной нормы	Соответствие фактическим результатам
Незаменимые аминокислоты				
Валин, г	2,5	3,9	0,375-1,95	соответствует (для толстолобика в комбинации с рыбным сырьем)
Изолейцин, г	2,0	3,1	0,30-1,55	соответствует (для белого амура в комбинации с рыбным сырьем)
Лейцин, г	4,6	7,3	0,69-3,65	соответствует
Лизин, г	4,1	6,4	0,615-3,20	соответствует
Метионин+цистин, г	1,8	2,8	0,27-1,40	соответствует
Треонин, г	2,4	3,7	0,36-1,85	соответствует
Триптофан, г	0,8	1,2	0,12-0,60	соответствует
Фенилаланин+тирозин, г	4,4	6,9	0,66-3,45	соответствует
Йод, мкг	150	300 (1000)	22,5-150 (500)	соответствует (вне-сены изменения)
Фукоидан, мг	50	100	7,5-50	соответствует (вне-сены изменения)
Пищевые волокна, г в т.ч. растворимые альгинаты, г	20 2	40 6	3-20 0,3-3	соответствует соответствует
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), г	12	20	1,8 -10	соответствует (с преобладанием в РЦ сельди)
В т.ч. семейства омега-3, г	2,0	5,0	0,3-2,5	соответствует (с преобладанием в РЦ сельди)
Эйкозапентаеновая кислота, мг	600	-	Не менее 90	соответствует (с преобладанием в РЦ сельди)
Докозагексаеновая кислота, мг	700	-	Не менее 105	соответствует (с преобладанием в РЦ сельди)

Целью программного моделирования рецептурного состава продукта рыбного являлось получение продукта, качественные характеристики которого максимально приближаются к опорным. Опорные свойства, обеспечивающие биологическую ценность продукта рыбного с фукусом, представлены в табл. 4.5.

Чтобы разработанный рыбный паштет с фукусом соответствовал требованиям, предъявляемым к продуктам, являющимся источником белка, в моделировании рецептурного состава предусмотрено содержание белка в 100 г продукта не менее 5 % от суточной потребности в белке и обеспечении за счет белка не менее 12 процентов энергетической ценности пищевого продукта [24]. Норма суточной потребности в белках составляет около 70 г для мужчин возраста (18-59) лет и 60 г для женщин (18-59) лет с коэффициентом физической активности КФА=1,4 [25]. На основании рассчитанных данных в технические условия по производству паст и паштетов рыбных с фукусом внесен показатель качества «массовая доля белка» с диапазоном от 9 до 15 %. Таким образом, употребление 100 г разработанного продукта обеспечит норму суточной потребности по белку не менее 5%.

Таблица 5. Оптимизация рецептурного состава для прогнозирования функциональности продукта рыбного с фукусом

Table 5. Optimization of the recipe composition for predicting the functionality of a fish product with fucus

№ п/п	Ограничения по функциональным ингредиентам и показателям качества (биологической ценности)
1	$56,5 \leq M1 \leq 84,4; M1 = \sum_{j=1}^7 M1_j (j=1..7)$
2	$M2_f = 30 \pm 1,0 (f=1)$
3	$0 \leq M3_m \leq 10$
4	$0 \leq M4 \leq 3,0; M4 = \sum_{r=1}^8 M4_r (r=1..8)$
5	$0,7 \leq M5 \leq 0,8; M5 = \sum_{p=1}^7 M5_p (p=1..7)$
6	$M1+M2+M3+M4+M5=1$
7	сухие вещества: $31,5 \leq 22,4M1 + 19,7M2_f + 95,0M3_m + 95,0M4 + 96,0M5 \leq 34,5 f=1 m=1$
8	белок: $8,8 \leq 17,4M1 + 0,58M2_f + 0,5M4_r + 0,5M5 \leq 11,2 f=1 r=3$
9	фукоидан: $0,0075 \leq 0,1M2_f \leq 0,05 f=1$
10	йод: $0,225 \cdot 10^{-4} \leq 0,45 \cdot 10^{-4} M1 + 0,001 M2 \leq 5 \cdot 10^{-4}$
11	пищевые волокна: $2 \leq 9,6M2 + 0,8M4 \leq 20$
12	альгинаты: $0,2 \leq 3,0M2 \leq 3$
13	валин ( $\leq 4,0$ ): $0,375 \leq 1,637M1 + 0,01M2 + 0,078M4 \leq 1,95$
14	изолейцин ( $\leq 3,0$ ): $0,30 \leq 1,293 M1 + 0,0005M2 + 0,03M4 \leq 1,55$
15	лейцин $0,69 \leq 2,616 M1 + 0,0005M2 + 0,12M4 \leq 3,65$
16	лизин: $0,615 \leq 2,907M1 + 0,004M2 + 0,190M4 \leq 3,20$
17	метионин+цистин $0,27 \leq 1,335M1 + 0,038M4 \leq 1,40$
18	треонин: $0,36 \leq 1,597 M1 + 0,1M4 \leq 1,85$
19	триптофан $0,12 \leq 0,204 M1 + 0,21M4 \leq 0,60$
20	фенилаланин+тирозин: $0,66 \leq 2,543M1 + 0,028M2 + 0,099M4 \leq 3,45$
21	ПНЖК: $1,8 \leq 1,58M1 + 65,0M3 \leq 10,0$
22	омега-3: $0,3 \leq 1,41M1 \leq 2,5$
23	эйкозапентаеновая кислота: $0,09 \leq 0,71M1$
24	докозагексаеновая кислота: $0,105 \leq 0,449M1$

Для оптимизации рецептурного состава введены обозначения:  $X_{kl}$  — k-характеристика l-го компонента ( $l=1,2,3,.., L; k=1,2,..,K$ ),  $M_l$  — массовая доля l-го компонента ( $F_k = f_k(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\})$ ), где  $f_k(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\})$  — неизвестная функциональная зависимость с параметрами  $P_{kl}$ , описывающая k-ую характеристику. Обозначения смеси

массовых долей компонентов рецептурной смеси (при  $M \geq 0$ ):  $M1_j$  — содержание рыбного сырья (каarp  $j=1$ , сельдь  $j=2$ , толстолобик  $j=3$ , белый амур  $j=4$ , форель радужная  $j=5$ , минтай  $j=6$ , хек  $j=7$ );  $M2_f$  — содержание фукуса (экстракт фукуса «Натив-Детокс»  $f=1$ ; фукус сухой измельченный  $f=2$ );  $M3_m$  — масло растительное (масло подсолнечное  $m=1$ , масло рапсовое  $m=2$ , масло льняное  $m=3$ );  $M4_r$  — содержание растительных компонентов (зелень сушеная  $r=1$ , клюква сушеная  $r=2$ , морковь пассерованная  $r=3$ ; грибы пассерованные  $r=4$ , льняной жмых  $r=5$ , паприка сушеная  $r=6$ , лук репчатый  $r=7$ ; горчица пищевая  $r=8$ );  $M5_p$  — содержание пряностей (кориандр  $p=1$ , перец черный  $p=2$ , мускатный орех  $p=3$ , кориандр  $p=4$ , чеснок сушеный  $p=5$ , перец душистый  $p=6$ , куркума  $p=7$ ). В качестве целевой функции был выбран показатель относительной биологической ценности продукта (БЦ). Таким образом, оптимизационная задача состоит в поиске  $M1, M2... M5$ , для которых БЦ достигает максимума при заданных ограничениях в виде формул. Представлена модель для оптимизации рецептурного состава с применением карпа обыкновенного, сельди тихоокеанской и экстракта фукуса «Натив-Детокс», масла подсолнечного, моркови сушеной и смеси пряностей. Условия, при которых рецептурная композиция максимально приближается к опорной, можно описать в виде неравенств, представленных в табл. 5. Введены ограничения, которые установлены экспериментально и в соответствии с требованиями нормативной документации [26, 27].

Таким образом, разработана математическая модель, описывающая содержание рецептурных компонентов для производства паст и паштетов рыбных с фукусом, обеспечивающая биологическую ценность паст и паштетов рыбных с бурой водорослью фукус.

Представленная модель позволяет получить продукт на основе рыбного сырья, обогащенный бурой водорослью фукус, сбалансированный по важным показателям биологической ценности. Модель с пределами внесения по ряду критериев позволяет спрогнозировать функциональные свойства различной направленности. Данная математическая модель была оптимизирована для получения минимальной стоимости готовых паст и паштетов на основе рыбного сырья с добавлением бурой водоросли фукус.

**Заключение.** Изучено влияние компонентного состава и технологических режимов на биологическую ценность паст и паштетов рыбных с бурой водорослью фукус. На основании проведенных исследований разработана математическая модель компонентного состава, позволяющая прогнозировать функциональные свойства паст и паштетов рыбных с фукусом за счет сбалансированного аминокислотного и жирнокислотного состава, содержания ценного полисахарида фукоидана, пищевых волокон, в том числе альгинатов, и органического йода. По результатам проведенных исследований разработаны и утверждены в установленном порядке рецептуры, технические условия и технологическая инструкция по производству паст и паштетов рыбных с фукусом.

### Список использованных источников

1. Комплексное исследование химического состава бурых водорослей Белого моря / К. Г. Боголицин [и др.] // Химия растительного сырья. — 2012. — № 4. — С. 153–160.
2. Влияние геля из бурых морских водорослей на микрофлору кишечника при дисбактериозе, инициированном антибиотиками / Е. В. Марцинкевич [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2016. — № 4(34). — С. 79–84.
3. Антибактериальные свойства фукоиданов из бурых водорослей *Fucus Vesiculosus* Баренцева моря / И. М. Лапина [и др.] // Фундаментальная гликобиология: сб. тезисов V Всероссийской конференции (Гатчина, 21-24 сентября 2021 г.). — М., 2021. — С. 27–28.
4. Егорова, М. А. Использование добавок к рациону человека и животных на основе фукуса пузырчатого для профилактики поражений щитовидной железы при радиационных авариях / М. А. Егорова, Е. Е. Остапчук, С. Н. Коломиец // Актуальные проблемы радиационной и химической защиты: сб. тр. XXX Международной научно-практической конференции (г. Химки, 19 марта 2020 г.). — М., 2020. — С. 27–32.
5. Лапина, И. М. Влияние фукоидана из *Fucus Vesiculosus* на клетки HER G2 CHANG LIVER / И. М. Лапина, Е. В. Журишкина // Фундаментальная гликобиология: сб. материалов IV Всероссийской конференции; отв. редактор С.Г. Литвинцев. — М., 2018. — С. 43–44.
6. Потребители выбирают функциональные продукты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://produkt.by/stories/persony/potrebiteli-vybirayut-funkcionalnye-produkty>. — Дата доступа: 29.07.2024.
7. Перекус стал частью жизни. Замдиректора BREMOR — о том, что едят белорусы и какой будет еда будущего [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://myfin.by/article/biznes/perekus-stal>

- castu-zizni-zamdirektora-bremor-o-tom-cto-edat-belorusy-i-kakoj-budet-eda-budusego. — Дата доступа: 29.07.2024.
8. Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии : МВИ.МН 1363-2000 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 14.07.00. — Минск : [б. и.]. — 2000. — 23 с.
  9. ГОСТ Р 55483-2013. Мясо и мясные продукты. Определение жирно-кислотного состава методом газовой хроматографии : ГОСТ Р 55483-2013. — введ. 01.07.2014. — М.: Стандартиформ, 2014. — 14 с.
  10. ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа : ГОСТ 26185-84. Взамен ГОСТ 13929—68 (в части определения хлористого натрия в водорослях и продуктах их переработки), ГОСТ 13930—68 (в части определения влаги в водорослях и продуктах их переработки), ГОСТ 22455—77 (в части разд. 3 пп. 3.1—3.3), ГОСТ 6730—75 (в части разд. 3 пп. 3.1—3.5), ГОСТ 16280—70 (в части разд. 2, пп. 2.6—2.18). — введ. 01.01.85. — М.: Стандартиформ, 2018. — 32 с.
  11. Методика выполнения измерений по определению массовой доли клетчатки в продуктах детского питания : МВИ.МН 3928-2011 : утв. дир. ГУ «Респ. научно-практ. центр гигиены» Респ. Беларусь 22.06.11. — Минск : [б. и.]. — 2011. — 13 с.
  12. Количественное определение фукоидана [Электронный ресурс] // Тихоокеанский институт биоорганической химии. — Режим доступа: [https://www.piboc.dvo.ru/structure/ext\\_labs/met/D.pdf](https://www.piboc.dvo.ru/structure/ext_labs/met/D.pdf). — Дата доступа: 02.06.2024.
  13. Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом = Прадукты харчовыя. Методыка вызначэння таксічных элементаў атамна-эмісійным метадам : ГОСТ 30538-97. — Введ. РБ 01.09.98. — Минск: Госстандарт, 2019. — 27 с.
  14. Пищевые продукты функциональные. Термины и определения : СТБ 1818-2007. — Введ. 01.07.2008. — Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. — 12 с.
  15. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. решением Комис. Тамож. союза, 28 мая 2010 г., №299. — Минск, 2010 — 421с.
  16. Колмакова, А. А. Состав аминокислот в перспективных компонентах питания радужной форели в условиях аквакультуры Красноярского края / А. А. Колмакова, В.И. Колмаков // Журнал Сибирского федерального университета. Биология, 2022. 15(3). С. 363-377.
  17. Абрамова, Л. С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья / Л. С. Абрамова. — М.: Изд-во ВНИРО, 2005. — 175 с.
  18. Бубырь, И. В. Пищевая ценность пресноводных рыб Беларуси / И.В. Бубырь // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: научный журнал. — 2015. — № 1 (72), Ч. 1. — С. 57-64.
  19. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of FAO Expert Consultation. — Rome: FAO, 2013. — 66 p.
  20. Павловская, Л. М. Прудовая рыба — перспективное сырье для промышленной переработки / Л. М. Павловская, Л. А. Гапеева // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2018. — №3 (41). — С. 58-95.
  21. Влияние геля из бурых морских водорослей на микрофлору кишечника при дисбактериозе, инициированном антибиотиками / Е. В. Марцинкевич [и др.] // Пищевая промышленности: наука и технологии. — 2016. — № 4 (34). — С. 79-84.
  22. Евдокимова, О.В. Использование экстракта морской водоросли фукуса в качестве йодообогащающей добавки / О.В. Евдокимова, Е.Б. Гриминова, Н.Н. Толкунова, Г.А. Саркисян, С.Л. Свергуненко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. — 2006. — №2-3. — С.72-73.
  23. Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян [и др.]. — М.: Издательский дом «Панорама», 2010. — 816 с.
  24. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Министерствта здравоохранения Республики Беларусь, 21 июня 2013 г., № 52 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2017.
  25. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: санитарные нормы и правила: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 20.11.2012 г. № 180. — Минск, 2012. — 43 с.
  26. Павловская, Л. М. Проектирование рецептур консервов для детского питания с помощью математического моделирования / Л. М. Павловская // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2006. - №4. - С. 107-110.

27. Красуля, О. Н. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика: учебное пособие / О.Н. Красуля, С.В. Николаева, А.В. Токарев, А.Е. Краснов, И.Г. Панин. – СПб. ГИОРД, 2015. – 320 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, главный научный сотрудник — заведующий научно-исследовательским сектором 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

*Алексеенко Маргарита Сергеевна*, кандидат технических наук, заведующий сектором органолептического анализа лаборатории 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: a.rita.s@mail.ru

#### 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, Associate Professor, Chief Researcher — Head of Research Sector of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

*Alekseenko Margarita Sergeevna*, PhD (Engineering), Head of the Organoleptic Analysis Sector 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: a.rita.s@mail.ru

УДК 664.66.016

Поступила в редакцию 22.08.2024  
Received 22.08.2024**З. В. Ловкис, С. И. Корзан, Е. П. Балбуцкая***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ХРАНЕНИЕ РАСФАСОВАННОГО СЫРА ПОЛУТВЕРДОГО  
В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ УПАКОВКИ**

**Аннотация.** В статье приведены результаты хранимоспособности расфасованного сыра полутвердого в различных видах упаковки в том числе биоразлагаемой. Определены микробиологические показатели испытуемых образцов. Установлено, что использование вакуумной упаковки для длительного хранения сыра является приоритетным и эффективным способом хранения, позволяющая продлить сроки хранения более чем в 2 раза. Предложен рекомендуемый упаковочный материал для хранения сыра.

**Ключевые слова:** сыр, упаковка, условия хранения, лабораторный стенд, вакуумирование, испытание, микробиологическое исследование, зависимости.

**Z. V. Lovkis, S. I. Korzan, E. P. Balbutskaya***RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***STORAGE OF PACKAGED SEMI-HARD CHEESE IN  
VARIOUS TYPES OF PACKAGING**

**Abstract.** The article presents the results of the storage capacity of packaged semi-hard cheese in various types of packaging, including biodegradable. Microbiological indicators of the tested samples are determined. It is established that the use of vacuum packaging for long-term storage of cheese is a priority and effective storage method, allowing to extend the shelf life by more than 2 times. Recommended packaging material for storing cheese is proposed.

**Keywords:** cheese, packaging, storage conditions, laboratory stand, vacuuming, testing, microbiological research, dependencies.

**Введение.** В современных условиях к важнейшим требованиям к продуктам питания относятся безопасность, стойкость при хранении, хорошие вкусовые и питательные свойства, соответствие требованиям по физико-химическим, микробиологическим и гигиеническим показателям. Все эти характеристики находятся в прямой зависимости от микробиологического состояния продуктов питания и вида используемого упаковочного материала для их фасовки.

Использование вакуумной упаковки в современном мире является одним из приоритетных и эффективных способов, позволяющих пролонгировать сроки хранения продуктов питания. Вакуумная упаковка увеличивает сроки хранения, сохраняет внешний вид продукции, обеспечивает гигиенические условия при хранении, транспортировке и устойчивостью к тепловому воздействию. В созданной среде вакуумной упаковки продукция не подвержена воздействию кислорода и водяных паров, благодаря чему продлеваются сроки хранения продукции в 2–2,5 раза [1–3].

В качестве упаковочных материалов используют, главным образом, полимерные пленки, а также комбинированные материалы с высокими барьерными свойствами [4].

При выборе материала для упаковки сыров следует учитывать газопроницаемость, прозрачность и механические свойства получаемых пленок и покрытий. Традиционные материалы для упаковки сыров, такие как полиэтилен, полиамид, полипропилен, являются не биоразлагаемыми, и их использование на современном мире пытаются снизить. В связи с этим природные полисахариды, белки, липиды и воски стали альтернативным источником сырья

для разработки новых упаковочных материалов. Пленки и покрытия на основе этих материалов могут гарантировать качество пищи, действуя как полупроницаемый барьер для кислорода, углекислого газа и водяного пара, что позволяет уменьшить потери воды и контролировать скорость созревания сыров [5–7].

Исследования по разработке биоразлагаемых пленок и покрытий для упаковки сыров находятся на начальном этапе развития, и примеров их практического применения представлено немного [5, 7–9].

В связи с этим поиск предпочтительного вида упаковки для фасовки сыра является одной из актуальных задач, позволяющих обеспечить качество продукции на высоком уровне.

Цель исследований — установить хранимоспособность расфасованного сыра полутвердо-го в различных видах упаковки, в том числе биоразлагаемой.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объектов исследования использовали сыр полутвердый «Российский новый» сорта экстра с массовой долей жира в сухом веществе 50 % и следующие упаковочные материалы: упаковочная пленка для заморозки из полиэтилена низкого давления (обр. №2), биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка (обр. №3), целлофановая пленка (обр. №4), фольга (обр. №8), опытный образец биоразлагаемой пленки на основе полимолочной кислоты (PLA) (обр. №9), образец биоразлагаемой компостируемой пленки на основе PLA (обр. №10) и бумажные контейнеры (обр. №15). Приведенная нумерация образцов упаковочных материалов определена методикой испытаний, разработанной в рамках выполнения научно-исследовательской работы №1 «Исследование динамики миграции компонентов пищевых продуктов и факторов окружающей среды через биоразлагаемую упаковку» задания 5.6 «Исследование процессов создания и использования полимерных упаковочных материалов для обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 гг.

Выбор исследуемых упаковочных материалов определен по большей части их отличительными механическими свойствами, следовательно, упаковочные материалы со схожими свойствами не использовали.

Общий вид используемых образцов упаковочных материалов приведен на рис. 1.

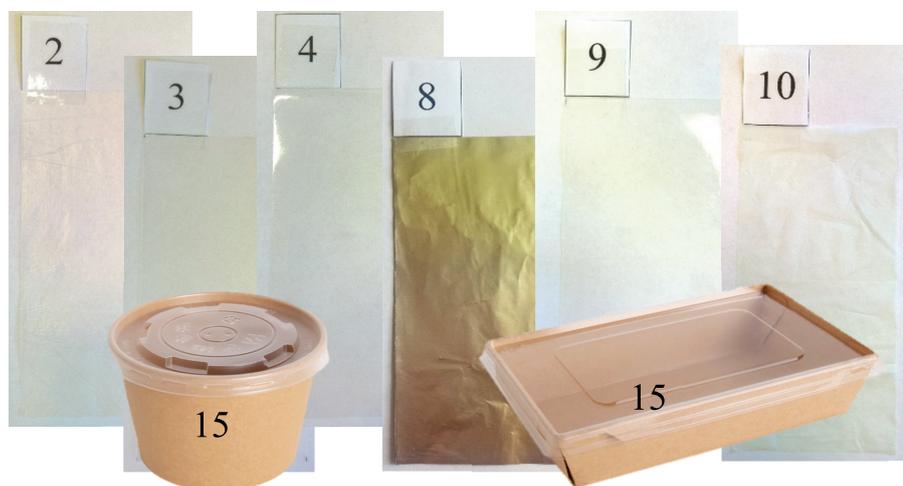


Рис. 1. Общий вид образцов упаковочных материалов  
Fig. 1. General view of samples of packaging materials

Хранение сыра полутвердого, расфасованного в образцы упаковочных материалов, проводили на лабораторном стенде с контролируруемыми условиями [4]. Лабораторный стенд (рис. 2) представляет собой камеру, состоящую из двух секций: морозильной 1 и холодильной 2. Секции оборудованы контрольно-измерительными приборами и оборудованием. В секциях 1 и 2 установлены решетки 3 для укладки образцов. Морозильная и холодильная секции герметично закрываются дверцами 4 и 5.

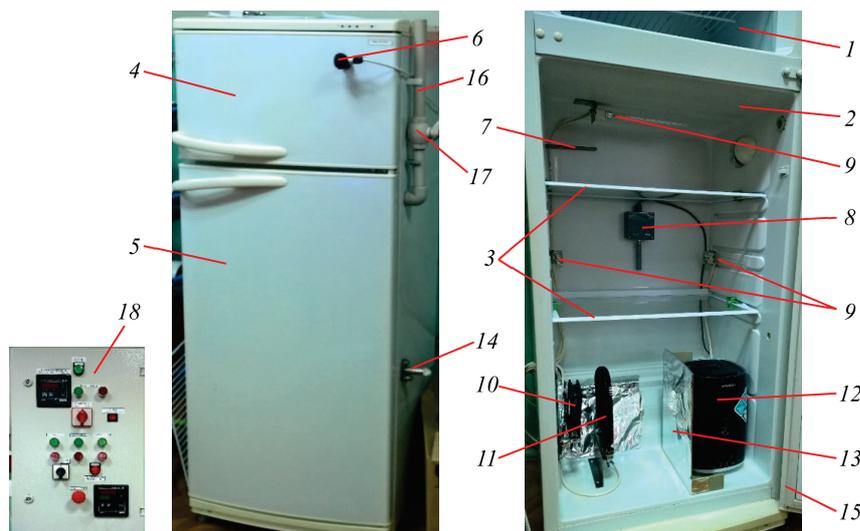
В состав контрольно-измерительных приборов входят: датчик температуры 6, датчик температуры и влажности 7, система измерения и записи данных, состоящая из преобразовате-

ля относительной влажности и температуры ПВТ100-Н4.2.И 8, измерителя двухканального ТРМ200-Щ1, модуля сбора данных МСД-200 (установлены в пульте управления).

Дополнительно холодильная секция 2 оборудована УФ-лампами 9, вентилятором 10, ТЭНом воздушным 11, увлажнителем 12, перегородкой 13, патрубком 14 для подачи различных газовых сред в камеру и вентиляционный трубопровод 15 соединяющий секцию 2 с окружающей средой. Вентиляционный трубопровод 15 снабжен задвижкой 16.

Для герметизации камеры, лабораторный стенд оборудован уплотнителем 17.

Управление работой лабораторного стенда осуществляется с пульта управления 18, согласно выбранному режиму работы.



- 1 — морозильная секция; 2 — холодильная секция; 3 — решетка;  
 4, 5 — дверца; 6 — датчик температуры; 7, 8 — датчик температуры и влажности;  
 9 — УФ-лампа; 10 — вентилятор; 11 — ТЭН воздушный; 12 — увлажнитель;  
 13 — перегородка; 14 — патрубок; 15 — трубопровод вентиляционный;  
 16 — задвижка; 17 — уплотнитель; 18 — пульт управления

Рис. 2. Общий вид лабораторного стенда  
 Fig. 2. General view of the laboratory stand

Расфасовку сыра полутвердого осуществляли под вакуумом и без него. Выбранные способы расфасовки обусловлены механическими свойствами ряда образцов упаковочных материалов из-за невозможности вакуумирования, например, при расфасовке в картонные контейнеры, фольгу и другие материалы. При расфасовке сыра использовали ручной импульсный запайщик FS-400 и камерный вакуумный упаковщик EOS MISTRAL GIBLI BLIZZARD (рис. 3). Сущность процесса вакуумирования состоит в том, что продукт в открытом пакете или в лотке помещается в камеру, где создается вакуумметрическое давление от  $-0,09$  МПа до  $-0,1$  МПа в течение 10 с, затем упаковка сваривается, а после восстановления в камере атмосферного давления извлекается из аппарата.

Расфасовку сыра осуществляли при полном соблюдении установленных санитарно-гигиенических норм в обработанном помещении и обработанным инструментом в спецодежде. Головку сыра делили на 30 равных частей. Первые 15 образцов сыра дополнительно делили на более мелкие куски (44 шт.) и расфасовывали без вакуумирования. Герметизацию упаковки осуществляли ручным импульсным запайщиком FS-400. Испытуемые 44 образца сыра исследовали по органолептическим показателям, а также контролировали в процессе хранения изменение массы изделия. Полученные результаты сравнивали с данными, полученными при хранении сыра в вакуумной упаковке.

Вторую часть головки сыра (14 образцов) расфасовывали поровну в упаковку №3 и №9 на камерном вакуумном упаковщике EOS MISTRAL GIBLI BLIZZARD. Один образец сыра определили как контрольный, исследовав его в день расфасовки головки сыра в лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» по следующим микробиологическим показателям: БГКП, *S.aureus*, *Salmonella*, *L.monocytogenes*, КМАФАнМ, дрожжи и плесень.

Хранение сыра, упакованного в различные виды упаковочных материалов, осуществляли при контролируемой температуре  $3,5 \pm 0,5$  °С и относительной влажности воздуха  $75 \pm 5$  %. Общий вид исследуемых образцов в камере хранения приведен на рис. 4.

Продолжительность хранения сыра полутвердого определяли из расчета от даты изготовления и до конца срока годности, установленного производителем, которая составила 100 сут.



1 — корпус упаковщика; 2 — крышка; 3 — тумблер подачи/отключения питания на электрическую цепь упаковщика; 4 — «ON/OFF» кнопка включения и выключения упаковщика; 5 — «SET» кнопка выбора программ (вакуум, запайка, газ); 6, 7 — соответственно «+» и «-» кнопки выбора программ, а также для увеличения или уменьшения значений цикла вакуумной упаковки; 8 — «PUMP GASTRO» кнопка для активации функций создания вакуума в контейнерах, чистки насоса, нагрева насоса и ручной запайки; 9 — вакуумметр; 10 — экран визуализации выбора и настройки программ

Рис. 3. Общий вид камерного вакуумного упаковщика

Fig. 3. General view of the chamber vacuum sealer



Рис. 4. Хранение расфасованного сыра полутвердого

Fig. 4. Storage of packaged semi-hard cheese

Отбор образцов сыра полутвердого осуществляли в день закладки образцов (контрольный образец, начало точки отсчета), а затем через 6, 16, 30, 53, 75 и 100 сут.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Отобранные образцы сыра полутвердого согласно приведенному графику испытывали по микробиологическим показателям, а также оценивали его внешний вид и изменение массы. Микробиологические показатели: БГКП, *S.aureus*, *Salmonella*, *L.monocytogenes*, КМАФАнМ, дрожжи и плесень определяли в лаборатории микробиологических исследований РКИК РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Показатели микробиологической безопасности полутвердого сыра не должны превышать допустимые уровни, согласно ТР ТС 033/2013 (табл. 1).

Таблица 1. Допустимые уровни содержания микроорганизмов в сыре  
Table 1. Acceptable levels of microorganisms in cheese

КМАФАнМ, КОЕ/г	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Дрожжи, плесени, КОЕ/г, не более
	БГКП	патогенные, в том числе сальмонеллы	стафилококки <i>S.aureus</i>	листерии <i>L.monocytogenes</i>	
Не регламентируется	0,001	25	0,001	25	Не регламентируется

Динамика изменения микробиологических показателей: КМАФАнМ и плесени в полутвердом сыре приведена на рис. 5 и 6 соответственно.

По результатам проведенных исследований, установлено, что в контрольном образце сыра и образцах №3 и №9 микробиологические показатели: БГКП, *S.aureus*, *Salmonella*, *L.monocytogenes*, дрожжи не обнаружены, однако при определении показателя КМАФАнМ обнаружен микроорганизм *Kocuria kristinae* рода микрококки, семейства *Micrococcaceae*. Микроорганизм *Kocuria kristinae*, согласно справочным данным, является нормальной микрофлорой кожи человека и не является источником инфекций. Следовательно, можно предположить, загрязнение сыра подобным микроорганизмом могло произойти при его производстве на одной из технологических стадий либо при расфасовке головки сыра на куски и повторной расфасовке на вакуумном упаковщике.

Показатель КМАФАнМ в сыре полутвердом не регламентируется, поэтому не установлено как микроорганизм *Kocuria kristinae* повлиял на качество и безопасность сыра.

Показатель плесень в образцах сыра на начальном этапе испытаний определялся менее чем 10 КОЕ/г и не изменялся, однако на 100 сут. наблюдений на испытуемых образцах появились очаги плесени, что и свидетельствуют результаты органолептического анализа (рис. 7).

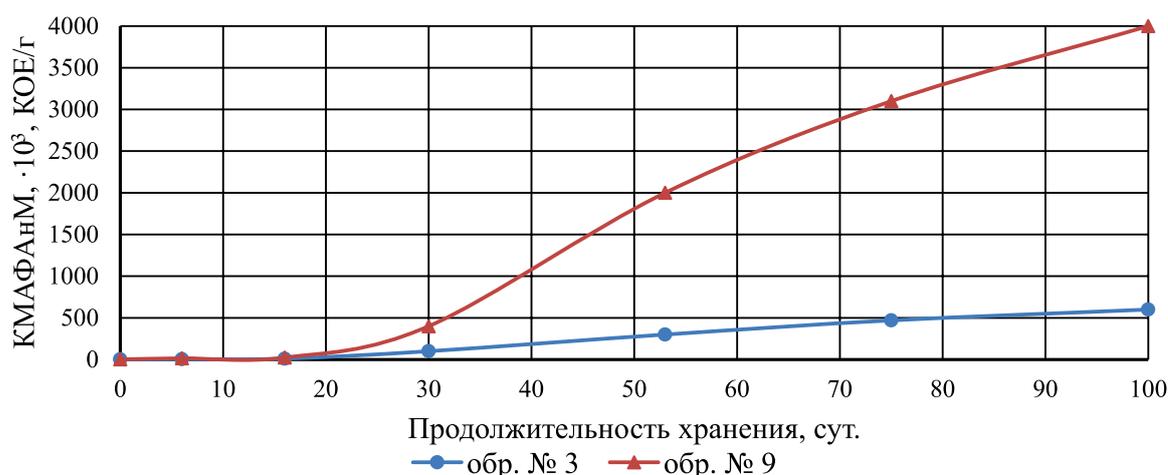


Рис. 5. Динамика изменения показателя КМАФАнМ в сыре от продолжительности его хранения

Fig. 5. Dynamics of changes in the QMAFAnM indicator in cheese depending on the duration of its storage

Рис. 5 и 6 наглядно показывают, что на сохранность сыра и развитие микроорганизмов значительно влияет упаковка, а образец №3 отлично подходит в качестве вакуумной упаковки для длительного хранения сыра. Что касается образца №9, то он себя хорошо показал первые 20 сут хранения, затем упаковочный материал терял свои свойства, т.е. в процессе хранения материал деградировал, нарушая тем самым среду хранения сыра.

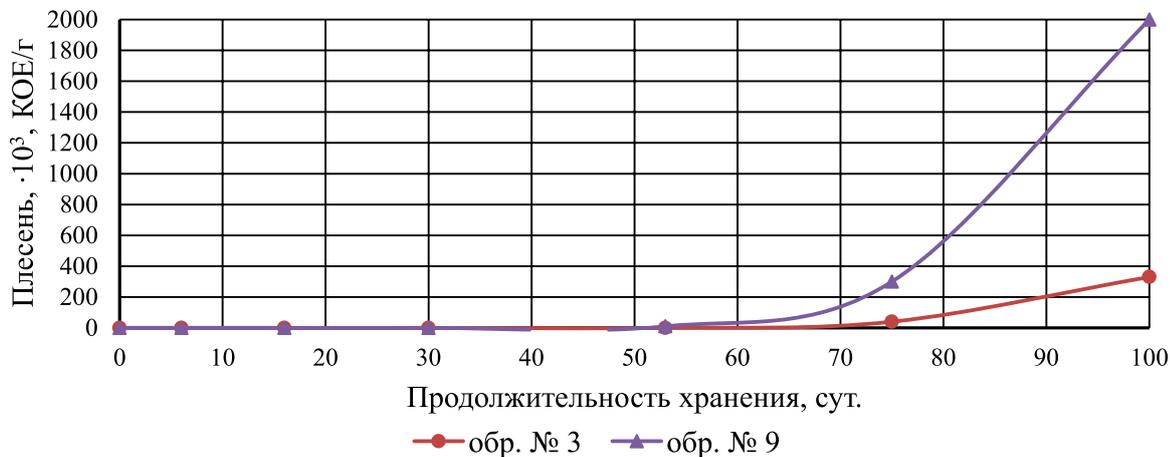


Рис. 6. Динамика изменения показателя плесень в сыре от продолжительности его хранения  
 Fig. 6. Dynamics of change in the mold indicator in cheese depending on the duration of its storage



Рис. 7. Образование плесени на образце сыра спустя 100 сут хранения  
 Fig. 7. Formation of mold on cheese sample after 100 days of storage

В результате проведенных исследований по оценке органолептических показателей и массы образцов сыра, разделенных на более мелкие куски, установлено, что уже на 16 сут хранения наблюдалось изменение внешнего вида в ряде образцов: сыр в упаковке обр. №9 принял приплюснутую форму с закругленными углами и имел выраженный блеск поверхности, а поверхность образца сыра в упаковке №10 покрылась областями белым налетом. Белый налет спустя 30 сут хранения наблюдался и на образцах №2, №4, №8, и №15. На 53 сут испытаний все образцы сыра покрылись очагами плесени, за исключением образца №3. (рис. 8) Масса образцов сыра на всем этапе исследований не изменялась.

**Заключение.** В результате проведенных исследований хранения сыра полутвердого в различных видах упаковки, в том числе биоразлагаемой, установлено, что использование вакуумной упаковки для хранения сыра является приоритетным и эффективным способом, позволяющим продлить сроки хранения в 2 раза.

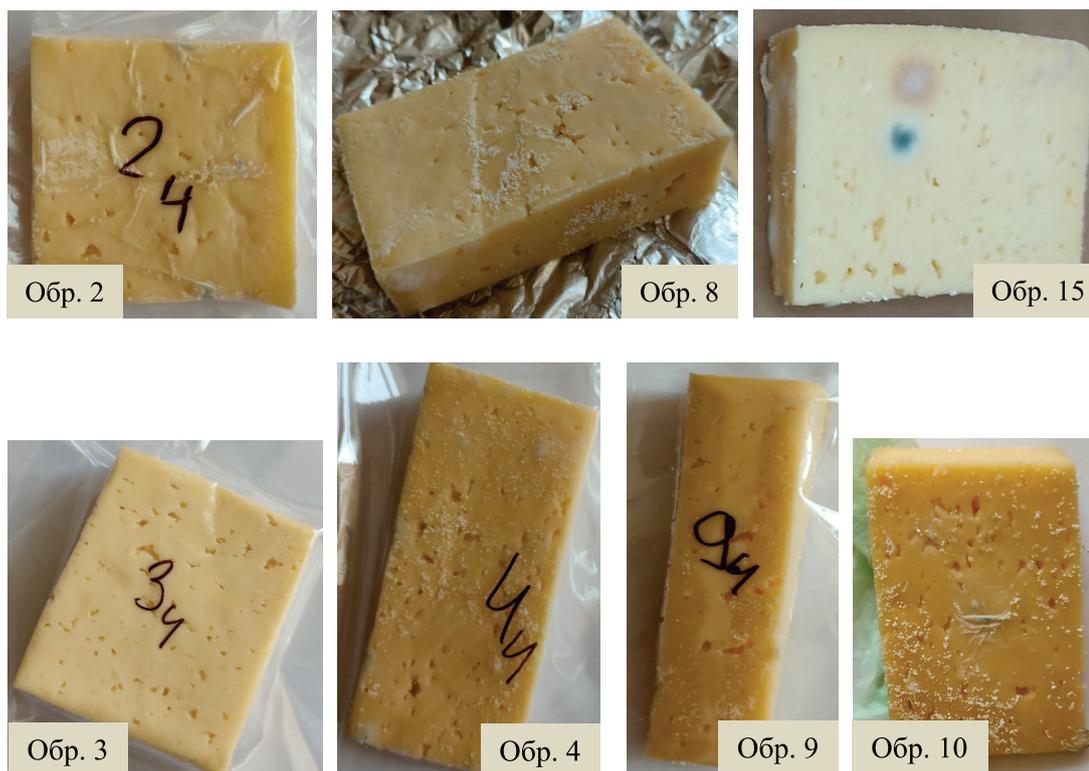


Рис. 8. Внешний вид сыра, расфасованного без вакуумирования, на 53 сут испытаний

Fig. 8. Appearance of cheese packaged without vacuuming on day 53 of testing

Из исследуемых образцов упаковочных материалов рекомендуется использовать для вакуумной упаковки для длительного хранения сыра биаксиально-ориентированную полипропиленовую пленку (обр. №3). Исследуемый образец биоразлагаемой пленки на основе PLA (обр. №9) непригоден в качестве упаковки для длительного хранения сыра, необходимо разрабатывать индивидуальную упаковку на основе биоразлагаемых материалов, соответствующую свойствам сыра.

#### Список использованных источников

1. *Луговая, Н. П.* Вакумирование как способ упаковывания пищевых продуктов / Н. П. Луговая, С. В. Самосюк // *Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы XI Межд. науч.-практ. конф., Минск, 3–4 октября 2012 г. / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию ; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]*. — Минск, 2012. — С. 376–379.
2. *Павловская, Л. М.* Научные исследования в области консервирования продукции на основе фруктов и овощей, 2006 — 2015 годы / Л. М. Павловская // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2016. — №2(32). — С. 29–39.
3. *Фокина, П. В.* Исследование твердых сыров / П. В. Фокина, С. П. Степанова // *Инновационная наука*. — 2019. — №6. — С. 21–24.
4. *Берестова, А. В.* Технология продуктов длительного хранения: учебное пособие / А. В. Берестова, Э. Ш. Манеева, В. П. Попов. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 164 с.
5. *Белова, Д. Д.* Исследование и разработка защитного покрытия с антимикробными свойствами для полутвердых сыров: дис. ... канд. тех. наук : 05.18.04 / Д. Д. Белова. — Кемерово, 2019. — 155 л.
6. *Корж, А. П.* Барьерные свойства новых биомодифицированных оболочек / А. П. Корж, Ю. Г. Базарнова // *Мясные технологии*. — 2016. — №4 (160). — С. 34–37.
7. *Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges / M. J. Costa [et al] // Food Research International*. — 2018. — Vol. 107. — P. 84–92.

8. Состав для защиты поверхности сыров от микробиологической порчи : пат. RU 2520079 / В. И. Ганина, А. В. Федотова, А. В. Захарченко. — Оpubл. 20.06.2014.
9. Упаковочные полимерные материалы с антимикробными и противоокислительными свойствами / А. Г. Снежко [и др.] // Сыроделие и маслоделие. — 2014. — № 5. — С. 42–44.

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь).

E-mail: lovkis\_zv@mail.ru

*Корзан Сергей Иванович*, 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, Минск, Республика Беларусь).

E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru

*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, Минск, Республика Беларусь).

E-mail: tateka@tut.by

#### Information about the authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Academic of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Republic of Belarus, chief Researcher 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: lovkis\_zv@mail.ru

*Korzan Sergey Ivanovich*, PhD (Technical), Senior Researcher of the Department of New Technologies and Technology 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: seroga.korzanmc@mail.ru

*Balbutskaya Ekaterina Petrovna*, PhD (Technical), Researcher at the Laboratory of Microbiological 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: tateka@tut.by

УДК 663.8

Поступила в редакцию 22.06.2024  
Received 22.06.2024**А. Н. Лилишенцева, И. В. Кривко, М. М. Петухов***Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь***АНТОЦИАНЫ КАК КОМПОНЕНТЫ РАЦИОНА ЧЕЛОВЕКА**

**Аннотация.** В представленном обзоре проанализированы результаты изучения антоцианов в качестве компонентов функционального питания. Регулярное употребление в пищу темноокрашенных фруктов, содержащих антоцианы, и продуктов их переработки способствует улучшению здоровья и качества жизни людей. В статье приведены результаты исследования химического состава, в том числе содержание антоцианов ягодного сырья, произрастающего на территории Республики Беларусь и используемого предприятиями перерабатывающей отрасли для получения соковой продукции. Антоциановый профиль является важным критерием идентификации соковой продукции, изготовленной из темноокрашенных ягод.

**Ключевые слова:** антоцианы, идентификация, соковая продукция, качество, безопасность.

**A. N. Lilishentseva, I. V. Krivko, M. M. Petukhov***Educational Institution «Belarusian State Economic University», Minsk, Republic of Belarus***ANTHOCYANINS AS COMPONENTS OF THE HUMAN DIET**

**Abstract.** In the presented review, the results of the study of anthocyanins as components of functional nutrition were analyzed. Regular consumption of dark-colored fruits containing anthocyanins and their processed products contributes to improving the health and quality of life of people. The article presents the results of a study of the chemical composition, including the content of anthocyanins of berry raw materials growing in the Republic of Belarus and used by enterprises of the processing industry to obtain juice products. The anthocyanin profile is an important criterion for the identification of juice products made from dark-colored berries.

**Key words:** anthocyanins, identification, juice products, quality, safety.

**Введение.** Антоцианы представляют собой основные красные, фиолетовые и синие пигменты во многих цветах, фруктах, овощах и злаках. Они также признаны важными компонентами рациона человека, способствующими укреплению здоровья и оказывающими защитное действие против многих хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые, ожирение и рак. Биосинтез антоцианов широко изучался и у многих видов растений были выделены как биосинтетические, так и ключевые регуляторные гены [1].

Среди природных пигментов антоцианы являются наиболее изученными. Исследованы структура и функции антоцианов в растительных клетках, а путь их биосинтеза — один из самых полно охарактеризованных путей биосинтеза вторичных метаболитов как на биохимическом, так и на генетическом уровне. Содержание антоцианов в пищевых продуктах важно, как красящих веществ самих по себе, а также в качестве компонентов функционального питания, способствующих предупреждению и снижению риска развития хронических заболеваний. Последними научными исследованиями было установлено, что в организме человека эти соединения активно метаболизируются и биодоступность составляет более 12 % [2].

Экспериментально подтверждено, что антоцианы обладают антиоксидантными, противовоспалительными, гипогликемическими, антимуtagenными, антидиабетическими, противораковыми, нейропротекторными свойствами, а также полезны для здоровья глаз. Выявленные эффекты объясняются действием не антоцианов, а их метаболитов, которые, благодаря своей повышенной биодоступности являются более биологически активными, чем исходные соединения. Установлено, что максимальную защиту антоцианы проявляют только при со-

вместном поступлении всего комплекса полифенольных соединений, поступающего в организм в составе растительной пищи.

Антоцианы относятся к флавоноидным соединениям, входящим в группу полифенолов. В их структуре выделяют углеводный остаток и неуглеводное основание — агликон. Все флавоноиды, включая антоцианы, имеют общий 15-углеродный скелет C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, который состоит из двух ароматических колец А и В, соединенных С<sub>3</sub>-фрагментом (рис. 1). Степень окисления С-кольца определяет класс флавоноидов, к которому относится искомое соединение. У антоцианов С-кольцо имеет две двойные связи и несет положительный заряд (ион флавилия).

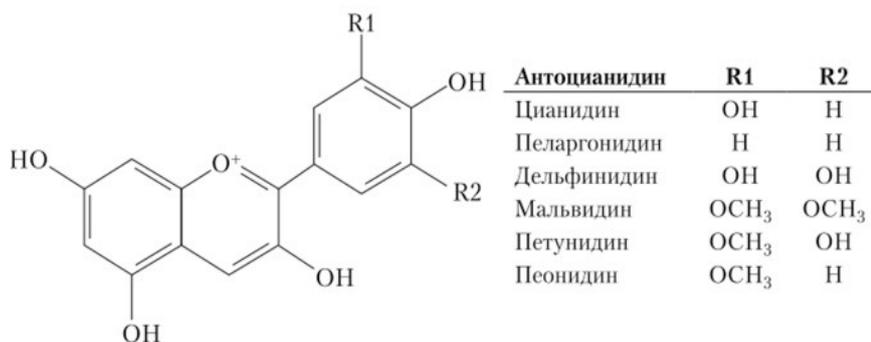


Рис. 1. Структура антоцианов  
Fig. 1. Structure of anthocyanins

Все разнообразие антоцианов, которых известно около 600 индивидуальных соединений, обуславливают 25 различных агликонов, при этом 90 % идентифицированных антоцианов являются производными только шести из них: цианидина (Cy), дельфинидина (Dp), мальвидина (Mv), пеларгонидина (Pg), пеонидина (Pn) и петунидина (Pt). При общем строении C<sub>15</sub>-углеродного скелета в классе антоцианов индивидуальные соединения выделяют на основе наличия, положения и характера модификаций основного скелета. Антоциановые соединения представляют собой гликозиды, полученные в результате присоединения сахаров к агликонам, среди которых наиболее частыми являются глюкоза (Glu) и рамноза (Rha), а также встречаются галактоза (Gal), арабиноза (Ara), ксилоза (Xyl), рутиноза (Rut), могут попадаться дисахариды и очень редко — трисахариды. Помимо гликозилирования, антоцианы могут подвергаться ацилированию с помощью ароматических или алифатических ацильных остатков, наиболее распространенными из которых являются п-кумаровая, кофейная и феруловая кислоты. Антоциановые соединения также могут подвергаться метилированию и метоксилированию, а благодаря наличию реакционноспособных гидроксильных групп они легко вступают в реакции алкилирования, образуя эфиры [3].

Целью настоящей работы является изучение содержания антоцианов в ягодном сырье.

Объектами исследования являлись ягоды черной и красной смородины, голубика, черника, крыжовник, клубника, произрастающие в Минской области и используемые в производстве соковой продукции ОАО «Гамма вкуса».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Долгое время роль антоцианов в функциональном питании была недооценена, в частности, из-за данных об их низкой биодоступности. Усовершенствование методов детекции позволило оценить биодоступность антоцианов с учетом их метаболитов и продуктов взаимодействия. С использованием радиоактивно меченого цианидин-3-гликозида C3G было доказано, что биодоступность метаболитов антоцианов составляет не менее 12,38 %.

Основные источники антоцианов — темноокрашенные фрукты, среди которых ягоды бузины, рябины черноплодной, граната и черники — лидеры по содержанию этих соединений [4]. В последнее время в качестве источников антоцианов стали рассматривать более экзотические в этом плане культуры, такие как злаки и картофель, зерно и клубни, которых также способны накапливать антоциановые соединения [5].

В настоящее время установлено, что антоцианы характеризуются широким спектром биологического действия в организме человека. Их полезные для здоровья эффекты частично обусловлены антиоксидантными свойствами, а также способностью влиять на регуляторные

белки и компоненты сигнальных путей и таким образом модулировать физиологические процессы, протекающие в организме человека [2].

Антоцианы из различных видов гибискуса исторически использовались в средствах от дисфункции печени и гипертонии, эти соединения из черники имеют давнюю историю применения при микробных инфекциях, диарее и других нарушениях здоровья. Именно полифенольными соединениями и их регулярным употреблением в составе красных вин удалось объяснить известный французский парадокс, заключающийся в низкой частоте возникновения ишемической болезни сердца у французов, несмотря на высокий уровень жира в их диете [6].

Самое известное свойство антоцианов — их антиоксидантная активность, которая не уступает, а по ряду оценок даже выше, чем у таких известных антиоксидантов, как  $\alpha$ -токоферол [7], тролокс и катехин [8]. Антиоксидантные свойства антоцианов обусловлены их структурными особенностями: числом гидроксильных групп, наличием катехинового фрагмента в В-кольце и иона оксония в С-кольце, паттерном гидроксирования, метилирования, ацилирования и гликозилирования.

В организме человека антиоксидантные свойства антоцианов реализуются с помощью их прямого взаимодействия со свободными радикалами либо опосредованно через модулирование антиоксидантной защитной системы организма.

Исследования ученых-медиков указывают на то, что антоцианы помогают предотвратить и частично восстановить нарушения в организме, приводящие к сердечно-сосудистым заболеваниям — группе болезней сердца и кровеносных сосудов, являющихся основной причиной смертности во всем мире. В частности, показано, что регулярное употребление антоцианов в пищу снижает концентрацию в плазме липопротеинов низкой плотности, агрегацию тромбоцитов, вероятность развития артериальной гипертензии и эндотелиальной дисфункции [9].

Благотворное влияние антоцианов на сердечно-сосудистую систему обусловлено также их противовоспалительными и антиагрегатными свойствами. Употребление антоцианов — эффективная профилактика атеросклероза, обусловленного сужением сосудов и снижением кровотока за счет отложения холестерина и некоторых фракций липопротеидов в просвете сосудов.

Основными механизмами, с помощью которых антоцианы влияют на функции мозга, служат их способности защищать нейроны от повреждений, индуцированных нейротоксинами и воспалением, активировать синаптическую передачу и улучшать мозговое кровообращение. Богатые антоцианами фрукты могут оказывать положительное влияние на изменение направления старения нейронов и поведения [10].

Благоприятное влияние антоцианов на улучшение зрения было впервые выявлено во время Второй мировой войны, когда летчики Королевских военно-воздушных сил Британии для повышения остроты зрения в темное время суток употребляли джем из черники [11]. В клинических испытаниях было показано, что употребление антоцианов улучшает дневное, сумеречное и ночное зрение. Одним из механизмов, объясняющих положительное действие антоцианов на зрение, является их способность восстанавливать зрительный пигмент родопсин [12].

Антиканцерогенные свойства антоцианов продемонстрированы на клеточных моделях различного типа рака, на лабораторных животных, а также в ходе клинических наблюдений. Антиканцерогенные свойства антоцианов обусловлены их способностью прерывать клеточный цикл, индуцировать апоптоз, блокировать образование новых сосудов (антиангиогенные свойства), ингибировать окислительное повреждение ДНК, активировать ферменты детоксификации, а также способностью ингибировать циклооксигеназу COX-2 и модулировать иммунный ответ, в том числе через микробиоту [13, 14].

В качестве функциональных компонентов питания антоцианы могут быть использованы для предотвращения ожирения, лечения неалкогольной жировой болезни печени и диабета 2-го типа. Исследования на людях и на лабораторных животных позволили объяснить молекулярные механизмы, с помощью которых они регулируют жировой и углеводный обмен и снижают резистентность к инсулину [11, 14].

Доказанный лечебный и профилактический эффект достигается только благодаря биологической значимости природных комплексов, содержащих антоцианы. Действие природных соединений ослабляется, когда биологически активные смеси (экстракты) разделяются на очищенные компоненты и вводятся отдельно. Так, фитохимические составляющие американской клюквы, хотя и индивидуально эффективные против канцерогенеза человека, обеспечили максимальную защиту только при совместном приме-

нении в натуральных смесях [15]. В этом исследовании были установлены синергетические антипролиферативные эффекты от смесей антоцианов, проантоцианидинов и гликозидов флавонолов.

В других исследованиях комбинации двух полифенольных соединений из винограда (ресвератрол и кверцетин) продемонстрировали синергетическую способность индуцировать апоптоз (активацию каспазы-3) в клеточной линии карциномы поджелудочной железы человека более сильное ингибирование синтеза ДНК в раковых клетках, чем отдельные соединения, даже когда концентрации индивидуально вводимого кверцетина или ресвератрола были выше, чем концентрации в смешанном экстракте [16, 17].

Доказанные синергетические взаимодействия между компонентами в природном фитохимическом комплексе антоцианов поддерживаются сторонниками употребления функциональной пищи, скептически относящимся к однокомпонентным экстрактам или вытяжкам из растительного сырья, которые продаются в форме биологически активных добавок (БАД). При производстве БАД происходит потеря взаимодействующих фитохимикатов на этапе разработки продукта, что может привести к значительному снижению эффективности экстракта [18].

Флавоноиды обладают широким спектром биологических свойств, которые могут объяснять терапевтическое действие смеси взаимодействующих флавоноидов посредством нескольких путей вмешательства одновременно. Таким образом, в настоящее время представляют огромный интерес не только сами антоциановые пигменты и их польза для здоровья, но и созданные природой растительные продукты, содержащие смеси этих соединений, долгое время применявшиеся в народной медицине без тщательного изучения и научного подтверждения их достоинств.

Целью исследований являлось изучение качественного и количественного состава антоцианов ягод клюквы, голубики, черноплодной рябины, черники, крыжовника, красной и черной смородины, а также соковой продукции на их основе, позволяющих идентифицировать соковую продукцию с учетом региональной идентичности

Определение антоцианового состава для подтверждения аутентичности ягодного сырья и продуктов из него, является актуальным при выявлении фальсификаций соковой продукции. С помощью этого показателя можно подтверждать наличие в продукте компонентов, задекларированных в составе, а также выявлять содержащиеся вещества и компоненты, нехарактерные для ягодного сырья — синтетические красители и натуральные красящие пигменты другого ботанического вида.

Ягоды крыжовника, вишни, малины, клубники, красной и черной смородины выращены в 2024 г. в ягодах ОАО «Гамма вкуса» на территории Клецкого района Минской области.

Для определения антоцианов в свежих ягодах, используемых для производства соковой продукции, в том числе для детского питания, использовали методики по ГОСТ 32709-2014 «Продукция соковая. Методы определения антоцианинов» [19]. Количественный состав антоцианов определяли методом рН-дифференциальной спектрофотометрии. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание антоцианов в ягодах  
Table 1. The content of anthocyanins in berries

Наименование	Массовая концентрация антоцианов, мг/100 г
Черника	121, 5 ± 10,4
Клубника	66,2 ± 5,4
Малина	105,4 ± 8,5
Крыжовник	61,6 ± 2,3
Голубика	132,1 ± 8,0
Черная смородина	156,62 ± 18,4
Красная смородина	85,45 ± 12,5
Вишня	110,3 ± 8,8

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что количество антоцианов во всех ягодах находилось в пределах 61,6 — 156,6 мг/100 г. По содержанию антоцианов лидером оказались ягоды черной смородины, их содержание составляет 156,62 ± 18,4 мг/100 г, немного уступают голубика (132,1 ± 8,0 мг/100 г<sup>3</sup>) и черника (121, 5 ± 10,4 мг/100 г, в красном крыжовнике, клубнике, вишне, малине содержание антоцианов значительно меньше.

Изучение качественного и количественного состава антоцианов ягод клюквы, черники, голубики, красной и черной смородины, а также соковой продукции на их основе, позволит получить новые данные по антоциановому профилю ягодного сырья для соковой продукции.

Качественный состав антоцианов, как правило, специфичен для каждого окрашенного пигментами растения и довольно стабилен, что позволило считать его визитной карточкой или «отпечатками пальцев» конкретного вида растений. Данный факт обусловлен тем, что уровни концентрации отдельных антоцианов могут изменяться, но общая картина антоцианового состава для определенного вида очень характерна и практически не зависит от сорта, условий произрастания.

Большое влияние на превращение антоцианов наряду с температурой в процессе получения соков оказывает температурный режим и продолжительность хранения сырья. Данный факт обусловлен тем, что антоцианы нестойки к процессам окисления, к действию ферментов, чувствительны к кислотности среды и, особенно, температуре, и при длительном хранении достаточно быстро происходит их деструкция.

Для изучения местного ягодного сырья урожая 2024 года были проведены исследования химического состава год черники, голубики, клубники, черной и красной смородины, крыжовника, вишни, выращенных на территории Могилевской, Гомельской и Минской области. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2.

Исследуемые ягоды имеют относительно высокое содержание сухих веществ (12,67–20,70 %). Основную часть которых, составляют углеводы, в том числе 80–90 % растворимых сухих веществ приходится на долю сахаров. Суммарное содержание сахаров составляет от 6,65 до 8,2 %. Преобладают в ягодах редуцирующие сахара, которые быстро и полностью усваиваются организмом. При переработке большая часть сахаров и органических кислот, содержащихся в ягодах, переходит в сок, в то время как выжимки будут богаты полисахаридами и минеральными веществами.

Таблица 2. Химический состав ягодного сырья  
Table 2. Chemical composition of berry raw materials

Наименование показателей	Наименование сырья							
	черника	малина	черная смородина	красная смородина	крыжовник	голубика	вишня	клубника
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	11,2	8,8	11,5	10,7	7,8	8,6	15,8	6,5
Массовая доля сахаров, %								
общих	8,16	6,10	8,20	7,98	6,15	5,2	8,4	5,0
редуцирующих	5,46	4,49	5,24	5,87	5,21	4,5	5,3	3,8
Массовая доля титруемых кислот, %	0,9	1,2	2,8	1,7	1,2	1,2	1,4	0,6
Содержание витамина С, мг/100 г	14,6	13,7	126,6	51,1	15,4	10,5	14,8	7,5

Как видно из табл. 1 и 2, все виды исследованного ягодного сырья имеют ценный химический состав. Ягоды являются, прежде всего, источником углеводов, органических кислот и антоцианов.

Ягоды обладают очень высокой кислотностью, особенно черная и красная смородина, вишня (2,8 %, 1,7 % и 1,4 % соответственно). В целом высокая кислотность ягодного сырья также позволит разработать щадящие режимы пастеризации готовых морсов.

Пищевая ценность ягод во многом определяется наличием в них витаминов и витаминоподобных веществ. Среди исследованных ягод по содержанию витамина С выделяется черная смородина (126,6 мг/100 г), остальные ягоды существенно уступают ей по наличию аскорбиновой кислоты.

Наиболее полно биологическая роль витамина С проявляется в присутствии Р-активных соединений. В группу Р-активных соединений входят антоцианы, лейкоантоцианы и др. При производстве сокосодержащей продукции из исследуемых ягод важное значение имеют антоцианы, которые подвергаются изменениям при технологической обработке и последующем хранении готовой продукции. При стерилизации и хранении происходит разрушение

антоцианов. Исследуемые ягоды отличаются высоким содержанием антоцианов, определяющих окраску готовых продуктов. По содержанию антоцианов выделяются черная смородина, голубика и черника (161,5, и 240, 3 мг/100г).

**Заключение** В представленном обзоре суммированы результаты основных направлений исследований антоцианов в качестве компонентов функционального питания. Потенциальные эффекты, способствующие укреплению здоровья, многогранны. Выявленные положительные эффекты подтверждены экспериментальными исследованиями и клиническими испытаниями. Все эти данные свидетельствуют о том, что регулярное употребление в пищу темноокрашенных фруктов, содержащих антоцианы, и продуктов их переработки способствует улучшению здоровья и качества жизни людей.

Получение новых данных о химическом составе ягодных культур, произрастающих на территории Республики Беларусь и используемых в производстве соковой продукции, позволяет создать современную нормативную базу для проведения идентификации соковой продукции и выявления фальсификации [20]. Кроме того, изучение антоцианового профиля перерабатываемого ягодного сырья обеспечивают ценный ресурс, позволяющий создавать сорта и гибриды с повышенными функциональными качествами для улучшения питания человека.

### Список использованных источников

1. Антоцианы: от механизмов регуляции в растениях до пользы для здоровья пищевых продуктов / Каппеллини Ф. [и др.] // Наука о растениях. — Т. 12. — 2021. — С. 12.
2. Антоцианы как компоненты функционального питания / Р.С. Юдина [и др.] // Селекция растений на иммунитет и качество. Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2021. — С. 178–189.
3. *Запрометов, М. Н.* Основы биохимии фенольных соединений / М.Н. Запрометов — М.: Высш. школа, 1974. — 342 с.
4. *Ramos P.R., Herrera R., Moya-Leyn M.-A.* Anthocyanins: food sources and benefits to consumer's health. In: Warner L.M. (Ed.). Handbook of Anthocyanins: Food Sources, Chemical Applications and Health Benefits (Biochemistry Research Trends). Hauppauge; New York: Nova Science Publishers, Inc., 2014.
5. *Payyavula R.S., Singh R.K., Navarre D.A.* Transcription factors, sucrose, and sucrose metabolic genes interact to regulate potato phenylpropanoid metabolism. — 2013. — P. 5115-5131.
6. *Smith M., Marley K., Seigler D., Singletary K., Meline B.* Bioactive properties of wild blueberry fruits. J. Food Sci. — 2000. — P. 352–356.
7. *Wang H., Cao G., Prior R.L.* Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. J. Agric. Food Chem. — 1997. — P. 304–309.
8. *Kähkönen M. P., Heinonen M.* Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. J. Agric. Food Chem. — 2003. — P. 628–633.
9. *Wallace T. C., Slavin M., Frankenfeld C. L.* Systematic review of anthocyanins and markers of cardiovascular disease. Nutrients. — 2016. — P. 32–45.
10. *Joseph J.A., Shukitt-Hale B., Denisova N.A., Bielinski D., Martin A., McEwen J.J., Bickford P.C.* Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. J. Neurosci. — 1999. — P. 8114–8121.
11. *Ghosh D., Konishi T.* Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. Asia Pac. J. Clin. Nutr. — 2007. — P. 200–208.
12. *Nakaishi H., Matsumoto H., Tominaga S., Hirayama M.* Effects of black currant anthocyanoside intake on dark adaptation and VDT work-induced transient refractive alteration in healthy humans. Altern. Med. Rev. — 2000. — P. 553–562.
13. *Hou D.X.* Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. Curr. Mol. Med. — 2003. — P. 149–159.
14. *Lee J., Lee H.K., Kim C.Y., Hong Y.J., Choe C.M., You T.W., Seong G.J.* Purified high-dose anthocyanoside oligomer administration improves nocturnal vision and clinical symptoms in myopia subjects. Br. J. Nutr. — 2005. — P. 895–899.
15. *Seeram N.P., Adams L.S., Hardy M.L., Heber D.* Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. J. Agri. Food Chem. — 2004. — P. 2512–2517.
16. *Mouria M., Gukovskaya A., Jung Y., Buechler P., Hines O., Reber H., Pandol S.* Food-derived polyphenols inhibit pancreatic cancer growth through mitochondrial cytochrome C release and apoptosis. Int. J. Cancer. — 2002. — P. 761–769.
17. *Elattar T.M., Virji A.S.* The effect of red wine and its components on growth and proliferation of human oral squamous carcinoma cells. Anticancer Res. — 1999. — P. 5407–5414.

18. *Liu Y., Li D., Zhang Y., Sun R., Xia M.* Anthocyanin increases adiponectin secretion and protects against diabetes-related endothelial dysfunction. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* — 2014. —P.975– 988.
19. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов: ГОСТ 32709-2014. — Введ. 01.01.2016. — М.: Стандартинформ, 2014. — 20 с.
20. *Лилишенцева, А.Н.* Формирование потребительских свойств новых пищевых продуктов/ А.Н. Лилишенцева, Н.В. Комарова // Наука, питание и здоровье: сб.науч.труд. в 2 ч.—Ч. 2. / под общ ред. З.В. Ловкиса. — Минск: Беларуская навука, 2021.

#### Информация об авторах

*Лилишенцева Анна Николаевна*, кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, 220030, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [lilishenceva@yandex.by](mailto:lilishenceva@yandex.by)

*Кривко Ирина Викторовна*, соискатель кафедры товароведения и экспертизы товаров УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, 220030, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [dir\\_production@gammavkusa.by](mailto:dir_production@gammavkusa.by)

*Петухов Михаил Михайлович*, кандидат технических наук, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, 220030, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [1mi@mail.ru](mailto:1mi@mail.ru)

#### Information about authors

*Lilishentseva Anna Nikolaevna*, PhD (Technical), associate professor of the Department of Commodity Research and Expertise of Goods of the Belarusian State Economic University (7, Sverdlova St., 220030, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [lilishenceva@yandex.by](mailto:lilishenceva@yandex.by)

*Krivko Irina Viktorovna*, applicant for the Department of Commodity Research and Expertise of Goods of the Belarusian State Economic University (7, Sverdlova St., 220030, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [dir\\_production@gammavkusa.by](mailto:dir_production@gammavkusa.by)

*Petukhov Mikhail Mikhailovich*, PhD (Technical), Head of the Department of the Department of Commodity Research and Expertise of Goods of the Belarusian State Economic University (7, Sverdlova St., 220030, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [1mi@mail.ru](mailto:1mi@mail.ru)