

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 14
№2(52)
2021

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 14.06.2021.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 150 экз. Заказ 206.

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 ведомственный подписчиков 012412



FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 14, №2(52) 2021

Founder:

Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”

Editor-in-Chief:

Lovkis Zenon Valentinovich – General Director of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor

Editorial Board:

Shepshelev Aleksandr Anatolievich – Associate Editor-in-Chief – deputy General Director for science of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Akulich Aleksandr Vasilievich – Deputy Principal for science work of the educational institution “Belorussian State University Food and Chemical Technologies”, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with consent).

Zhakova Kristina Ivanovna – Academic Secretary of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Kolosovskaya Larisa Stanislavovna – Director of the scientific and production republican affiliated unitary enterprise “Beltechnohleb” (with consent)

Lisitsyn Andrei Borisovich – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering sciences, Professor, research supervisor of the Federal State Budgetary Scientific Establishment “V.M. Gorbatov Federal Scientific Food Systems Centre” of the Russian Academy of Sciences (with consent)

Meleshchenya Aleksey Victorovich – Director of the Republican Unitary Enterprise “Institute for Meat and Dairy Industry”, PhD in Economy sciences, Associate Professor (with consent)

Margunova Alena Mikhailauna – Deputy General Director for Foodstuffs Standardisation and Quality of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences, Associate Professor

Petyushev Nikolay Nikolaevich – head of the Department of the technology of tuberous root products of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Pochitskaya Irina Mikhailovna – leading researcher of the research group of the Republican Control and Testing Complex for the Quality and Safety of food products of the Republican Unitary Enterprise “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Agricultural sciences

Roslyakov Yuriy Fedorovich – Head of the Department of technology of bread baking, macaroni, and confectionery production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

Savenkova Tatsiana Valentinovna – Director of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian research institution of confectionery industry” – subdivision of FSBSI “Gorbatov Federal Science Centre for Food Systems” of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor (with consent)

Trotskaya Taisiya Pavlovna – Chief researcher of the Nutrition Department of the the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Doctor of Engineering sciences, Professor

Sharshunov Vyacheslav Alekseevich – Professor of the Department of machines and devices of food industry of the Educational Institution “Belorussian State University Food and Chemical Technologies”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

Mironova Natalya Pavlovna – responsible editor, head of the Postgraduate Studies Department of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Philological sciences

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. 14
№2(52)
2021

**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

Printed at UE "IVC Minfina"

It is sent of the press 14.06.2021

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 1,16.

Publisher's signatures 12,80.

Circulation 150 copies. Order 206.

LP № 02330/89 of 3 March 2014
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

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)

Subscription indexes

For individuals 01241

For legal entities 012412

СОДЕРЖАНИЕ

С юбилеем!	6
Ловкис З. В., Шепшелев А. А. О становлении и развитии РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»	9
Ловкис З. В., Моргунова Е. М. Здоровое питание детей в Республике Беларусь: стратегия, качество, инновации	19
Белякова Н. И., Шилов В. В., Журня А. А. Достижения и перспективы разработки продуктов функционального и специализированного назначения	30
Павловская Л. М., Гапеева Л. А. Развитие теории консервирования пищевых продуктов — залог повышения эффективности промышленного производства	37
Гершончик К. Н., Бабодей В. Н., Шугаева Т. В., Вислоухова С. Н., Томашевич С. Е. Теоретические аспекты разработки новых видов кондитерских изделий повышенной пищевой ценности и направленной эффективности	46
Жакова К. И., Бабодей В. Н., Пчельникова А. В. Масложировая отрасль. Обзор фундаментальных исследований	60
Петюшев Н. Н., Гоман Д. И., Евтушевская Л. В., Станкевич О. Н. Рынок крахмалопродуктов Республики Беларусь: от науки к производству	74
Дымар О. В., Яковлева М. Р., Никулина О. К., Колоскова О. В. Электрохимическая коррекция минерального состава свекловичной мелассы	84
Корзан С. И. Обзор рынка экологичных упаковочных материалов для продуктов питания	91

CONTENTS

Happy anniversary!	6
Lovkis Z. V., Shepshlev A. A. On the formation and development of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”	9
Lovkis Z. V., Morgunova E. M. Healthy nutrition of children in the Republic of Belarus: strategy, quality, innovations	19
Beliakova N. I., Shylau V.V., Zhurnia H. A. Achievements and prospects for functional and special purpose products development	30
Paulouskaya L. M., Hapeyeva L. A. The development of the theory of food preservation is the key to improving the efficiency of industrial production.....	37
Gershonchik K. N., Babodey V. N., Shugaeva T. V., Vislouhova S. N., Tomashevich S. E. Theoretical aspects of the development of new types of confectionery products of increased nutritional value and directed efficiency	46
Zhakova K. I., Babodey V. N., Pchelnikova A. V. Oil and food industry. Review of fundamental research.....	60
Petyushev N. N., Goman D. I., Evtushevskaya L. V., Stankevich O. N. Starch market of the Republic of Belarus: from science to production	74
Dymar O. V., Yakovleva M. R., Nikulina O. K., Koloskova O. V. Electrochemical correction of the mineral composition of beet molasses.....	84
Korzan S. I. Influence of construction and technological parameters of a rotary heater on the temperature of water heating	91

А. А. БУБЕН

*Председатель Белорусского государственного
концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром»*

Уважаемые коллеги!

Примите искренние поздравления со знаменательными датами — 20-летием БелНИИпищевых продуктов, 15-летием со дня образования Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию и 90-летием белорусской науки по продовольствию.

Основанный на базе БелНИИ пищевых продуктов, центр по праву считается флагманом белорусской отраслевой науки по продовольствию и осуществляет научное сопровождение всех отраслей отечественной перерабатывающей промышленности.

Сохраняя верность традициям, коллектив Центра активно разрабатывает и внедряет на предприятиях передовые инновационные технологии, укрепляя тем самым конкурентоспособность белорусских продуктов питания на отечественном и зарубежном рынках и формируя положительный имидж белорусских товаров и производителей.

Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию является исполнителем ряда научно-исследова-

тельских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, выполняемых в рамках отраслевой научно-технической программы «Пищевые технологии». По результатам проведенных исследований создана научно-методологическая база нормирования при производстве консервированных продуктов, которая устанавливает единый подход в оценке технологических и технических факторов рационального использования материальных ресурсов и направлена на повышение эффективности производства. Впервые в республике разработаны и внедрены на отечественных предприятиях новые виды продукции — рисовый уксус и уксусы из фруктового сырья, оригинальные железные кондитерские изделия. Начата разработка методологии оценки содержания глицидиловых эфиров жирных кислот, практическая реализация которой позволит повысить безопасность отечественной масложировой продукции, обеспечивая ее соответствие требованиям международных стандартов. Также ученые Центра активно сотрудничают с предприятиями концерна на хоздоговорной основе и в рамках реализации инновационных проектов концерна «Белгоспищепром» по освоению производства научно-технической продукции и модернизации существующих производств.

Особое внимание специалистами Центра уделяется вопросам качества пищевой продукции при постановке их на массовое производство и защите отечественного рынка от недоброкачественной продукции и фальсификата. На базе предприятия функционируют дегустационные комиссии по всем группам пищевой продукции. Ежегодно проводятся Дни качества и профессиональные конкурсы «Хрустальное яблоко», «Хлебное дело», «Картофелепродукты», «Залаты келіх», которые способствуют обмену опытом между производителями и повышению качества белорусской продукции, стимулируют внедрение научных инноваций на перерабатывающих предприятиях.

В этот юбилейный год примите слова признательности и благодарности за ваш труд. Желаю всему коллективу Центра по продовольствию успехов в дальнейшем развитии и приумножении традиций, благополучия и процветания, новых достижений, мира и добра.

И. В. БРЫЛО

*Первый заместитель Министра сельского хозяйства
и продовольствия Республики Беларусь,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

Дорогие друзья!

Нынешний 2021 год является юбилейным для Центра по продовольствию. Это год 90-летия белорусской науки по продовольствию, 20-летия создания Белорусского научно-исследовательского института пищевых продуктов, на базе которого 15 лет назад Указом Президента Республики Беларусь был создан Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию. Именно здесь сконцентрирован основной научный потенциал и осуществляются фундаментальные и прикладные исследования в области перерабатывающей промышленности. Результатом многолетней деятельности ученых стало создание новых конкурентоспособных продуктов питания, разработка инновационных технологий и проектов.

Центр по продовольствию имеет многолетнюю историю сотрудничества с Минсельхозпродом по проблемам научного обеспечения агропромышленного комплекса. Белорусское продовольствие — это бренд, узнаваемый во всем мире. Безусловно, есть в этом и заслуга наших ученых, разрабатывающих и активно внедряющих в производство новые технологии, стандарты и рецептуры пищевых продуктов. Широкое использование новейших научных достижений способствует обеспечению высоких темпов развития и экономической эффективности перерабатывающих предприятий, рациональному использованию основных производственных фондов и материально-технических ресурсов, улучшению качества продукции.

Как известно, юбиляра красят не годы, а его заслуги. За время своего функционирования Центру по продовольствию удалось добиться серьезных успехов в области пищевых технологий, благодаря которым он занимает достойное место среди научных организаций академии наук и республики в целом. По результатам работы за 2018 год РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» был занесен на Республиканскую доску Почета. В текущем году за достижение значительных результатов в области качества и конкурентоспособности производимой продукции и оказываемых услуг, внедрение инновационных технологий и современных методов менеджмента Центр стал лауреатом Премии Правительства в области качества.

Открытость и стремление к сотрудничеству, высокий профессионализм коллектива и его мощный интеллектуальный потенциал бесспорно являются надежным фундаментом для дальнейшего динамичного развития Центра по продовольствию. От всей души поздравляю коллектив Центра с красивыми юбилейными датами и выражаю твердую уверенность в нашем дальнейшем плодотворном сотрудничестве. Желаю крепкого здоровья, благополучия, процветания, творческих побед и новых научных свершений!



З. В. ЛОВКИС

*генеральный директор РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
заслуженный деятель науки Республики Беларусь,
член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси,
доктор технических наук, профессор*

Уважаемые подписчики и читатели журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии»!



В 2021 году, объявленном в Беларуси Годом народного единства, мы с вами отмечаем 20-летие со дня основания РУП «БелНИИ пищевых продуктов», 15-летие со дня образования Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию и 90-летие белорусской науки по продовольствию.

«Здоровье нации в здоровом питании» — это концептуальная позиция Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию. В Центре, выступающим инициатором и организатором научных проектов, на протяжении ряда лет ведутся активные научные исследования в области технологий создания, внедрения и контроля качества и безопасности пищевых продуктов.

Несомненно, что сегодня именно наука играет ключевую роль в реализации стратегии инновационного развития страны на основе внедрения результатов научных исследований и разработок в реальный сектор экономики.

Одним из приоритетных направлений социально-экономической политики нашего государства является создание условий для повышения уровня жизни населения, включая и обеспечение бе-

зопасным и качественным здоровым питанием. Как свидетельствуют медицинские исследования, именно питание является значимым инструментом влияния на состояние здоровья человека, предупреждения развития заболеваний неинфекционной природы, увеличения продолжительности жизни, сохранения физического и психического здоровья.

Мы провели III Конгресс «Наука, питание и здоровье», на котором обсудили проблемы питания и здоровья, поиск эффективных путей обеспечения и повышения качества и безопасности пищевой продукции, развитие современных технологий производства продуктов питания. Надеемся, что это будет способствовать повышению роли аграрной науки, медицины и здравоохранения в социально-экономическом развитии страны, популяризации отечественных разработок продуктов питания, формированию международного имиджа Беларуси как страны с высоким уровнем научного потенциала.

Сегодня мы обсуждаем с представителями науки, органов власти, производителей и потребителей пищевой продукции проекты дальнейшего развития отрасли.

Хочется выразить слова благодарности Председателю Президиума Национальной академии наук Беларуси В. Г. Гусакову, Председателю концерна «Белгоспищепром» А. А. Бубену, Председателю Госстандарта В. Б. Татарицкому за повседневную помощь и поддержку в нашем развитии.

Отмечая юбилей Центра по продовольствию, мы хотели бы, чтобы на страницах журнала «Пищевая промышленность: наука и технология» продолжалось обсуждение ключевых вопросов в продовольственной сфере и формировались позиции по внедрению новых технологий, стратегии повышения качества и безопасности пищевой продукции.

Желаю всем читателям журнала крепкого здоровья, творческих идей и активного сотрудничества по вопросам научно-технического развития всех отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь.

УДК 641.1:637.5.03 (047.31)(476)
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-9-18](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-9-18)

Поступила в редакцию 23.04.2021
Received 23.04.2021

З. В. Ловкис, А. А. Шепшелев

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

О СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ПРОДОВОЛЬСТВУЮ»

Аннотация. В статье представлены основные результаты работы РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» за период с 2006 по 2021 год. Отмечены ключевые энерго- и ресурсосберегающие технологии и новые виды продукции, разработанные учеными Центра. Представлены фундаментальных и прикладных исследований. Особое внимание уделено созданной на базе Центра системе достижения качества и безопасности продуктов питания. Приводятся направления деятельности организации на ближайшую перспективу. В статье отмечена роль деятельности Центра по продовольствию в развитии пищевой промышленности Республики Беларусь.

Ключевые слова: пищевая промышленность, инновационные продукты, зависимости, технология, качество.

Z. V. Lovkis, A. A. Shepshelev

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

ABOUT FORMATION AND DEVELOPMENT OF RUE “SCIENTIFIC- PRACTICAL CENTER FOR FOODSTUFFS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”

Abstract. This article presents the main results of the RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» over the period of its existence (2006 — 2021 years). The key energy-saving and resource-saving technologies and new types of products, on which the scientists worked, are noted. Fundamental and applied results of work are presented. Particular attention is paid to the system for achieving the quality and safety of food products created on the basis of the Center. The directions of the organization’s activities in the near future are given. The article notes the role of the Scientific-Practical Center for Foodstuffs in the development of the food industry in the Republic of Belarus.

Keywords: food industry, innovative products, dependencies, technology, quality.

Введение. В этот юбилейный год 20-летия создания Белорусского научно-исследовательского института пищевых продуктов и образования на его базе в 2006 г. Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию хочется выразить слова благодарности сотрудникам организации, руководителям Национальной академии наук Беларуси и других министерств, ведомств и производств за вклад в развитие науки и пищевой промышленности. Только совместными усилиями удалось достичь результатов международного уровня.

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, являясь ведущей научной организацией в области пищевой промышленности, осуществляя комплексные фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере пищевых технологий и научное сопровождение развития предприятий перерабатывающей промышленности, внес значительный вклад в развитие отраслей пищевой промышленности республики.

Специалистами Центра по продовольствию ведется целенаправленная работа по анализу современных тенденций и мирового опыта в области пищевой промышленности. На основании результатов проведенных научных исследований и полученных фундаментальных научных данных созда-

ны и внедрены в производство современные технологии и новые виды продуктов питания для различных групп населения, в том числе детского, функционального, профилактического, оздоровительного и специального назначения, отвечающие мировым стандартам. Кроме того, регулярно ведется работа по контролю и повышению качества и безопасности пищевой продукции. Проводимые мероприятия позволили повысить конкурентоспособность и экспортный потенциал продуктов питания и снизить их импорт.

Создана научная школа и сформированы принципиально новые теоретические предпосылки для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований в области пищевых технологий. Все научно-исследовательские и научно-практические работы осуществляются в рамках международных, республиканских отраслевых программ фундаментальных и прикладных исследований, программ Союзного государства и др.

Проведены глубокие исследования и получены новые результаты по основным процессам пищевой промышленности в области тепловой обработки пищевых смесей, кристаллизации жиров, структурообразования кондитерских масс и других процессов, что позволило создать продукцию с оригинальными структурно-механическими свойствами и высокими потребительскими характеристиками, продлить сроки сохранения качества готовых продуктов.

Центром по продолюгованию проделана большая работа по исследованию и внедрению **биотехнологических приемов** в различных отраслях пищевой промышленности. Особое место отводится изучению влияния различных факторов на динамику протекания биотехнологических процессов. По результатам проделанной работы установлены ключевые зависимости, позволившие существенно интенсифицировать технологический процесс. В качестве наиболее важных разработок можно отметить следующие:

- ♦ автоматизированная ресурсосберегающая технология, позволяющая сократить выход послеспиртовой барды (внедрена на КУПП «Маньковичи»). Технология обеспечивает снижение температуры водно-тепловой обработки зернового сырья с 125–145 °С до 75–90 °С, сокращение выхода послеспиртовой барды на 25–30 %, увеличение ее питательной ценности;
- ♦ комплексные ферментные препараты АмилоМакс Т, ГлюкоМакс, ВискоМакс, ПротоМакс широкого спектра действия для спиртовой промышленности, применение которых позволяет интенсифицировать технологические процессы генерации дрожжей и спиртового брожения; повысить степень использования зернового сырья; перерабатывать высококонцентрированное сусло; сократить объем барды; сократить расход воды на охлаждение бражки; снизить образование побочных метаболитов; повысить качество и выход этилового спирта;
- ♦ технология производства этилового спирта с дифференцированным разделением биополимеров зерна, позволившая повысить концентрацию перерабатываемых сред на 2 — 4 % (до 22,0–23,0 %), увеличить крепость зрелой бражки с 9,0 — 10,0 % до 10,7 — 11,5 %, обеспечить рост суточной производительности предприятия на 7–15 %; сократить расходы ферментов разжигающего действия на 10–15 %, заложить основу для снижения себестоимости спирта на 2–5 %.
- ♦ комплексная технология переработки послеспиртовой барды с получением кормовых продуктов;
- ♦ технология производства уксуса из крахмалсодержащего сырья (рисовый, кукурузный, фруктовый уксус и др.);
- ♦ технология получения лимонной кислоты за счет интенсификации роста биомассы посевного материала озоном, что обеспечивает увеличение выхода лимонной кислоты на 30 %;
- ♦ технология выделения хитин-глюканового комплекса из побочного продукта производства лимонной кислоты грибной биомассы, который отличается низким содержанием минеральных и белковых примесей, высокой сорбционной способностью по отношению к ионам тяжелых металлов (кобальт, свинец);
- ♦ технология переработки остаточных пивных дрожжей на ценные кормовые и пищевые продукты (дрожжевой экстракт, клеточные стенки дрожжей и др.)

Особое место в деятельности организации занимает совершенствование технологических процессов за счет **применения инновационных методов обработки сырья**. В качестве примеров таких работ можно привести следующие:

- ♦ электрофизический метод антимикробной обработки с использованием в качестве дезинфицирующего агента озона, получаемого в процессе электросинтеза из кислорода воздуха под воздействием энергии электрического разряда. При дезинфекции методом озонирования на ОАО «Дрожжевой комбинат» и УП «Можейково» наблюдалась гибель основных групп микроорганизмов (молочнокислые бактерии, гнилостные бактерии, плесневые грибы) на уровне 100 %, количество дрожжевых клеток снизилось на 88%, что позволило существенно повысить производительность, а внедрение технологии обеззараживания емкостей на ОАО «Скидельский сахарный комбинат» в цеху производства лимонной кислоты позволило сократить затраты энергии на этот процесс в 92 раза;

- ♦ технология стимуляции проращивания пивоваренного ячменя озонированием, позволяющая за счёт биостимулирующего действия озона сократить срок ращения солода на 7–12 часов (до 10 %), что значительно снижает затраты на орошение, ворошение и аэрацию солода (реализована на ОАО «Белсолод»);

- ♦ совершенствование технологии получения белого сахара с использованием электродиализа для деминерализации полупродуктов сахарного производства, что позволило повысить выход сахара и снизить меласообразующий коэффициент на 24–30 % (внедрена на ОАО «Городейский сахарный комбинат»).

Немаловажное место в научно-исследовательской деятельности Центра занимали работы, связанные с изучением одного из наиболее затратных с энергетической точки зрения процессов — **теплообмена**. Учеными проведены глубокие исследования и разработан ряд прогрессивных технологий, позволяющих снизить затраты энергии и сохранить качество обрабатываемых пищевых продуктов:

- ♦ технология двухстадийного замораживания, включающая на первой стадии подмораживание полуфабрикатов с образованием на их поверхности ледяного слоя, на второй — замораживание полуфабрикатов под вакуумом до конечной температуры. Данное решение позволяет интенсифицировать процесс заморозки в 3 раза и существенно сократить энергозатраты на его проведение;

- ♦ технология сушки плодовоовощного сырья, обеспечивающая снижение энергетических затрат и повышение эффективности процесса за счет использования комбинированных ИК- и СВЧ-сушилок взвешенного слоя, что позволило достичь снижения энергозатрат на более чем 50% и повышения производительности на 20%;

- ♦ для предприятий консервной отрасли были подготовлены «Методические указания по разработке научно обоснованных режимов стерилизации и пастеризации плодовоовощных консервов», в которых были обобщены и систематизированы научно-исследовательские материалы, содержащие математический расчетный аппарат, справочные материалы для научного обоснования режимов стерилизации как упакованного продукта, так и его поточной обработки;

- ♦ в Центре по продовольствию проведены работы по изучению теплопереноса в гомогенных продуктах (проведено свыше 140 экспериментов с 23 видами продуктов) и разработана концепция «объемной» летальности микроорганизмов, суть которой заключается в расчете летальности тест-микроорганизмов с учетом ограниченных объемов продукта в соответствии с распределением температурных полей и пропорциональным распределением в них тестовой микробной флоры, как среднеобъемного показателя (в настоящее время расчет осуществляется по наименее прогреваемой точке). Полученные результаты заложили основу для совершенствования процесса стерилизации в консервной отрасли и будут способствовать снижению энергозатрат и повышению качества продукции.



Рис. 1. Рыбные консервы на основе прудовой рыбы

Fig. 1. Canned fish based on pond fish

Важное место в деятельности Центра по продовольствию занимает разработка и внедрение **импортозамещающих технологий** и продуктов питания. Созданы технологии производства физически и химически модифицированных крахмалов для нужд народного хозяйства; технологии экструзионных и хлебобулочных изделий для питания беременных и кормящих женщин; технологии и рецептуры новых видов кондитерских изделий, зефира, мармелада, сухих завтраков, снеков; технология замороженных формованных продуктов на основе овощного сырья; технология очистки диффузионных соков сахарного производства; технология получения рисового и фруктового уксуса;

технология переработки спиртового сула повышенных концентраций; технологии получения отечественного виски, кальвадосов, виноградных вин, зерновых и фруктовых дистиллятов и напитков на их основе и т. д.



Рис. 2. Купажированный виски «Oak and Barrel»
Fig. 2. Blended whiskey «Oak and Barrel»

Ежегодно специалистами Центра осуществляется разработка **около 500 рецептов** новых видов продукции. Только за последнее время в результате реализации заданий государственных программ разработаны и внедрены следующие импортозамещающие технологии и продукты питания:

- ♦ кондитерские изделия для диабетического питания (предприятие-изготовитель — СП ОАО «Спартак»);
- ♦ рыбные и рыба растительные консервы (КПУП «Производственно-технологический цех г. Браслав»);
- ♦ экструдированные сухие завтраки (КПУП ВКК «Витьба»);
- ♦ обжаренные продукты из свежего картофеля (ОАО «Машпищепрод»);
- ♦ консервы для детского питания в пауч-упаковке (ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат»);
- ♦ железные кондитерские изделия повышенной пищевой ценности (ОАО «Красный пищевик»);
- ♦ кондитерские изделия из железных масс и с жировой начинкой повышенной влажности, а также новые виды шоколадных кондитерских изделий (шоколад молочный, шоколад с начинкой, шоколадные конфеты) повышенной пищевой ценности (СООА «Коммунарка»);
- ♦ завершена работа по выводу на промышленный выпуск нового консервного цеха ОАО «Рыбокомбинат «Любань» (более 20 видов продукции);
- ♦ впервые в Республике Беларусь разработан ассортимент и технология изготовления отечественных инновационных видов продукции (паста подсолнечная, мармелад железный, зефир), которые характеризуются увеличенным в 1,3–15,0 раз содержанием белка по сравнению с традиционными изделиями (ОАО «Красный пищевик»);
- ♦ создан широкий ассортимент импортозамещающих консервированных продуктов на основе грибов (супы-пюре, каши с грибами, соусы, плов, икра грибная и др.);
- ♦ разработаны импортозамещающие фруктовые батончики, содержание пищевых волокон в которых составляет более 5%, что позволяет позиционировать их как источник пищевых волокон.



Рис. 3. Консервы для детей: а — на основе фруктов и овощей для детей раннего возраста, б — мясные для детей дошкольного и школьного возраста

Fig. 3. Canned food for children: a — based on fruits and vegetables for young children, b — meat-based for preschool and school-age children

Одним из достижений, которым по праву гордится Научно-практический центр по продовольствию, является решение проблемы детского питания: созданы и внедрены новые технологии по производству детских продуктов 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; ассортимент чайных напитков для детей дошкольного и школьного возраста, сбалансированных по витаминному составу; созданы технологии новых видов гарнирных и диабетических консервов; ужесточен контроль качественного состава продуктов питания для детей.

Центр по продовольствию постоянно отслеживает тенденции в мире по изменению потребительских предпочтений, участвует в разработке программ и стратегий развития отраслей пищевой промышленности.

Ученые Центра впервые в республике разработали технологии производства обогащенных и специализированных продуктов питания. В их числе широкий ассортимент продуктов, обогащенных незаменимыми микро- и микроэлементами, витаминами, пищевыми волокнами и другими функциональными ингредиентами: продукты для питания беременных женщин и кормящих матерей, для детей различных возрастных групп, спортсменов, пожилых людей, лиц страдающих различными заболеваниями (сахарный диабет, пищевые аллергии, целиакия, фенилкетонурия и др.).



Рис. 4. Сухие низкобелковые продукты для питания больных фенилкетонурией
Fig. 4. Dry low-protein foods for the nutrition of patients with phenylketonuria

Впервые в республике разработаны низкобелковые продукты питания для больных фенилкетонурией и целиакией, организован их выпуск на базе опытного производства Центра по продовольствию.

Создание специализированных продуктов требует проведения клинических исследований и тесного взаимодействия с медиками. С целью укрепления и развития данного направления на базе Центра по продовольствию была создана лаборатория функционального питания, перед которой стоит важная цель — выработка научно обоснованных подходов по созданию рационов питания с учетом индивидуальных особенностей каждого человека.

Центр по продовольствию осуществляет научное сопровождение и развитие всех предприятий пищевой промышленности, внедряя свои разработки: технологии, рецептуры, машины и механизмы. Научно-инженерным персоналом создано и внедрено свыше 200 единиц современного энергоэффективного оборудования для различных отраслей пищевой промышленности. Разработаны технологические линии и отдельные единицы оборудования по переработке сельскохозяйственного сырья: моечные и резательные машины, сушильное и обжарочное оборудование; комплекс по производству хрустящего картофеля в виде соломки, пластин из свежего картофеля; технологический комплекс по производству сушеных овощей и картофеля; комплекс для производства фруктовых, ягодных подварок; оборудование для производства солода; установка для обеззараживания меласного питательного сусла; система водоподготовки; оборудование для производства драников, комплект оборудования по производству фруктовых и овощных чипсов; перегонная установка для про-

изводства национальных алкогольных напитков; оборудование для осуществления сбраживания спиртованного яблочного сока на уксус; установка для размораживания плазмы крови; комплект оборудования для выделения картофельного крахмала, для подготовки картофеля к промышленной переработке; серия оборудования для переработки отходов пищевых производств; комплект оборудования для производства комбикормов для пресноводных видов рыбы и др. Разработке оборудования предшествовала исследовательская работа, поиск и обоснование его оптимальных конструктивных и режимных параметров на основании детального изучения тепломассообменных, гидродинамических, биотехнологических, физических, химических и механических процессов.

При научно-технологическом и проектном курировании Центра проведена реконструкция существующих и строительство ряда новых предприятий пищевой промышленности: на базе КУП «Домановичский овощесушильный завод» создано уникальное предприятие по выращиванию грибов шиитаке и вешенка с современным цехом по производству консервированной продукции из отечественных овощей и грибов; построены крахмальный завод в ОАО «Новая Друть» производительностью 100 тонн в сутки по картофелю (совместно с китайскими специалистами), современное предприятие ОАО «Рогозницкий крахмальный завод»; цех по хранению и подработке семян рапса на КСУП «Припять» и многие другие объекты.

Одним из ключевых аспектов сохранения конкурентных преимуществ пищевой продукции на рынке является обеспечение ее безопасности и **высокого качества**. Поэтому в Центре по продовольствию уделяется особое внимание работам по повышению качества отечественной продукции и недопущению фальсифицированной продукции на рынок республики.

Учеными Центра по продовольствию:

- ♦ разработана 41 методика выполнения измерений для контроля показателей качества и безопасности, в том числе витаминов (V_1 , V_2 , V_3 , V_6 , С, Е), бетулина, сквалена, влаги и редуцирующих сахаров в сыром картофеле; белка и диметилсульфида в пивоваренном ячмене и солоде, свинца, кадмия, селена, глиаина, белки коровьего молока, сои и яиц; транс-изомеров жирных кислот; сапонинов, ванилина, дубильных веществ, оптической плотности, общего и приведенного экстракта; сахаров, органических кислот, синтетических красителей, ароматизаторов в винодельческой продукции, определения сложных эфиров и фтор-бутанола и др.;

- ♦ гармонизированы с международными требованиями более 50 нормативных документов на методы испытания.

Впервые в Республике Беларусь проведен анализ современных подходов и методов контроля транс-изомеров в пищевой продукции, изучена эффективность использования ИК-спектрометрии и газовой хроматографии, на основании чего разработаны «Рекомендации по порядку применения методов инфракрасной спектрометрии и газовой хроматографии для определения транс-изомеров жирных кислот».

Для защиты рынка Республики Беларусь от некачественной и фальсифицированной продукции разработаны методические рекомендации по идентификации пальмового масла в продуктах питания. Установлено, что пальмовое масло имеет индивидуальный изотопный состав углерода, водорода и кислорода, а веществами-маркерами наличия его в продуктах питания являются пальмитиновая, олеиновая и линолевая кислоты; β -ситостерин; изомеры токотриенола.

Для защиты отечественного рынка от фальсифицированной соковой и винодельческой продукции разработана компьютерная Система оценки качества (СОК) сырья для винодельческой и соковой продукции, состоящая из программного модуля оценки пищевой ценности, программного модуля «Состав натуральных продуктов», вспомогательного справочного модуля по пищевым добавкам и пищевым компонентам.

Впервые в Республике Беларусь начата разработка методологии оценки содержания глицидиловых эфиров жирных кислот с целью оптимизации технологических процессов переработки растительных масел и жиров.

Проводится активная работа по совершенствованию системы достижения качества и безопасности, функциональная модель которой включает Национальный технический комитет по стандартизации пищевой продукции, Республиканский контрольный испытательный комплекс, сеть Центральные дегустационных комиссий, орган по сертификации, что в комплексе обеспечивает разработку новых методов и методик контроля качества и безопасности, стандартов, гармонизированных с ЕАЭС и ЕС, контроль качества продовольственного сырья и продуктов питания с применением современных приборов и оборудования, сертификацию производств и постоянный мониторинг качества и безопасности пищевой продукции.

С целью обеспечения качества и безопасности пищевой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» предоставляет аналитическую мониторинговую информацию по качеству и безопасности продуктов питания по запросам государственных органов.



Рис. 5. Заседание межведомственного координационного совета по питанию
Fig. 5. The meeting of the Interdepartmental Nutrition Coordination Council

В сферу деятельности Центра по продовольствию входит подготовка предложений по решению проблемных вопросов в области технического регулирования, применения санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер в условиях Евразийского экономического союза.

Вопросы технического регулирования в рамках Евразийского экономического союза, обеспечения качества и безопасности пищевой продукции обсуждаются на заседаниях межведомственного координационного совета при Совете Министров Республики Беларусь по взаимодействию государственных органов, осуществляющих контроль за безопасностью использования продовольственного сырья, продуктов питания и кормовых биодобавок; вопросы качества и безопасности пищевой продукции — на заседаниях межведомственного совета по проблемам питания при НАН Беларуси.

На базе Центра по продовольствию функционирует кластер «Республиканский центр технологий здорового питания».

Критичное отношение к своей работе, постоянный поиск направлений развития и инициирование разработок нормативно-законодательных актов и программ по совершенствованию пищевой промышленности республики, позволили занять Центру по продовольствию свое место в экономике Республики Беларусь, как организации, способной в кратчайшие сроки для пищевой промышленности решать задачи различного уровня сложности (от разработки рецептуры до научного сопровождения строительства завода).

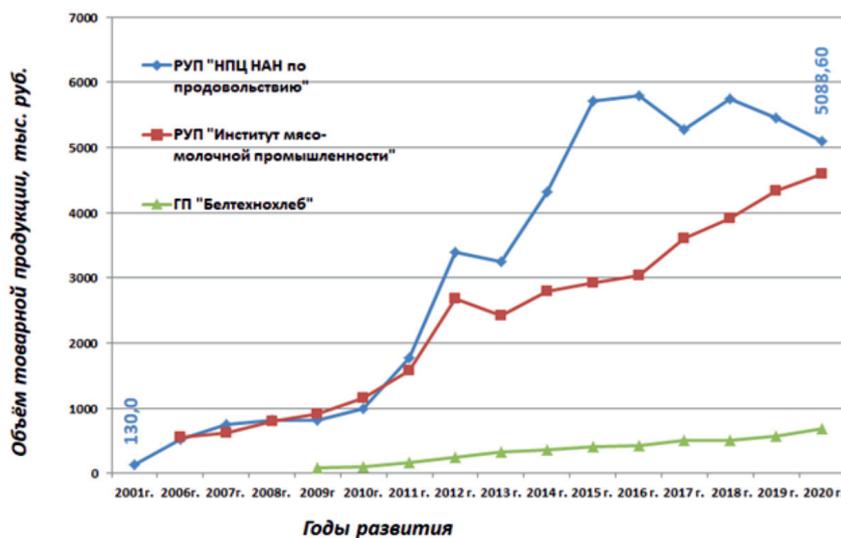


Рис. 6. Динамика изменения объема товарной продукции Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию

Fig. 6. Changes in commodity output in the Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus

Такой подход позволил достичь организации определенных результатов. С 2001 года по настоящее время финансово-экономические показатели Центра имеют устойчивый рост. Так, объем товарной продукции увеличился в 10 раз и составил в 2020 году 5 088,6 тыс.руб. Производительность труда выросла в 11,9 раза и составила 3,5 тыс. руб. на одного работающего.

За 2001–2020 гг. разработано и внедрено 170 проектов, 7158 технологических инструкций, 12253 новых видов продукции, рецептур. Проведено свыше 350 тыс. испытаний продукции и выдано более 25 тыс. сертификатов соответствия, опубликовано свыше 3800 печатных работ, получено 232 патента на изобретения, 15 медалей и 105 дипломов за участие в выставках, поведено 484 научно-практические конференции и семинара. Производственными структурными подразделениями изготовлено свыше 250 единиц технологического оборудования.

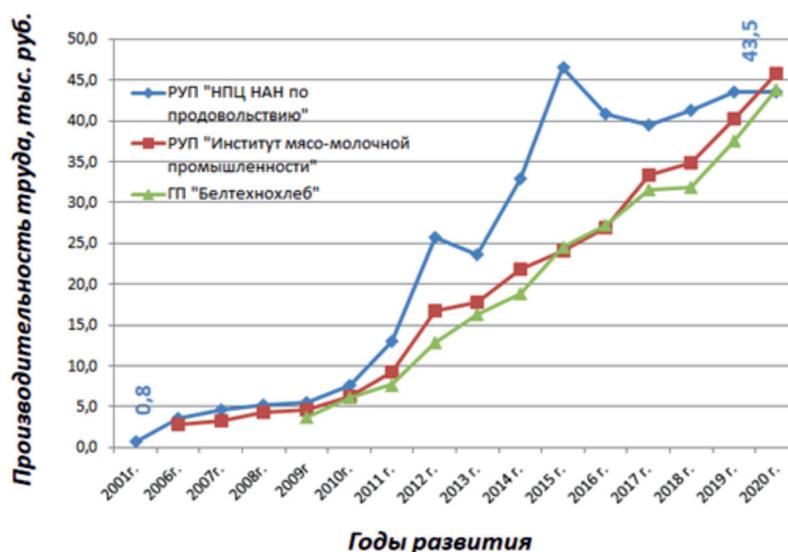


Рис. 7. Динамика изменения производительности труда в Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию

Fig. 7. Dynamics of productivity in the Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus

По результатам деятельности РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» семь раз было занесено на доску Почета НАН Беларуси в 2011, 2012, 2014–2018 годах.

В 2015 г. сотрудниками Центра получена Премия Национальной академии наук Беларуси за цикл работ «Модифицированные крахмалы для народного хозяйства».

По результатам работы за 2018 год РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» занесен на Республиканскую доску Почета. Сотрудники Центра пять раз награждались орденами и медалями, десятки раз грамотами министерств и ведомств.

На основании результатов конкурса «Топ-10» НАН Беларуси по итогам 2019 года коллектив ученых Центра по продовольствию признан лауреатом конкурса в области фундаментальных и прикладных исследований за установление маркеров присутствия в пищевых продуктах пальмового масла и его фракций, позволяющих обеспечить безопасность и качество продуктов питания.

По итогам работы за 2020 год группе ученых присуждена Премия НАН Беларуси за цикл работ «Комплексная система достижения качества и безопасности пищевой продукции».

По результатам работы за 2017 и 2020 годы Центр по продовольствию являлся Лауреатом Премии Правительства Республики Беларусь в области качества.

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» открыта аспирантура и создан диссертационный совет по защите кандидатских диссертаций К 01.55.01. За период его функционирования работниками Центра по продовольствию и других научных организаций и вузов успешно защищено 32 кандидатские диссертации. За 2001–2020 гг. 23 аспирантам и молодым ученым Центра по продовольствию была назначена Президентская стипендия. Ряд аспирантов выполняли диссертационные научно-исследовательские работы по грантам НАН Беларуси. Молодые ученые Центра принимают участие в конкурсе «100 идей для Беларуси».

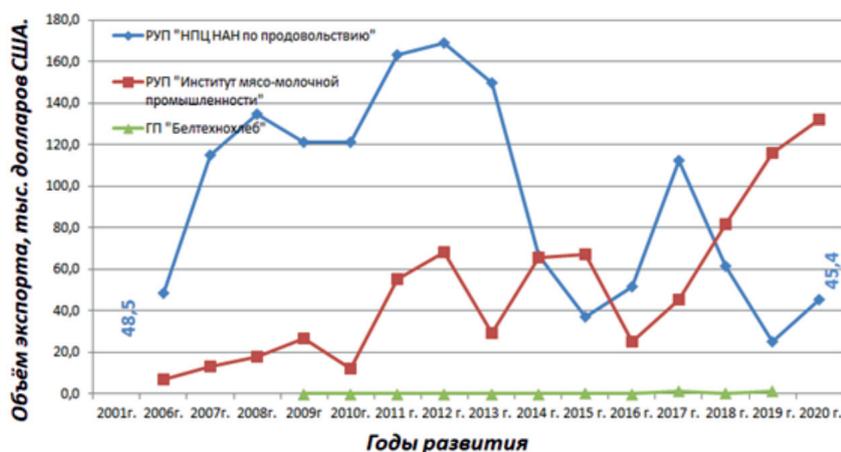


Рис. 8. Изменение объемов экспорта товаров, работ и услуг в Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию

Fig. 8. Change in exports of goods, works and services in the Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus

Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по продовольствию проводится целенаправленная политика по расширению международного сотрудничества с ведущими научно-исследовательскими организациями стран ближнего и дальнего зарубежья с целью оперативного обмена научной информацией, подготовки кадров, организации совместных симпозиумов, семинаров, конференций, создания совместных проектов. Активно изучается и распространяется в республике зарубежный опыт производства пищевых продуктов.

Таким образом, сегодня Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, являясь ведущей научно-исследовательской организацией Республики Беларусь в пищевой отрасли, может предложить самый широкий спектр услуг по разработке новых видов продукции, технологий и оборудования, контролю качества пищевых продуктов и внедрению новых разработок как отечественным, так и зарубежным предприятиям. В Центре по продовольствию разработаны стратегические направления научно-технического развития отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь, для реализации которых необходимо выполнение следующих научных исследований в области пищевой промышленности:

- ♦ совершенствование технологических процессов пищевых производств по отраслям за счет применения глубоких биотехнологических и биохимических операций, нестандартных методов обработки сырья, в том числе за счет кооперации и междисциплинарного взаимодействия;
- ♦ создание новых видов инновационных продуктов питания функционального и оздоровительного действия с учетом индивидуальных особенностей человека и методологии персонализированного питания;
- ♦ разработка эффективных технологий замкнутого цикла, позволяющих повысить степень переработки и сократить потери сырья, расширить ассортимент выпускаемой продукции, нарастить кормовую базу для животноводства и птицеводства, решить экологические проблемы;
- ♦ разработка научных подходов и технологий по извлечению различных ценных компонентов из продовольственного сырья (бетаин, витамины, аминокислоты, адсорбенты, масла и др.) для нужд химической, медицинской, фармакологической и других отраслей промышленности;
- ♦ разработка и внедрение в лабораторную практику высокочувствительных методов контроля пищевых продуктов в соответствии с передовыми мировыми требованиями, обеспечивающими высокое качество и конкурентоспособность отечественной продукции;
- ♦ внедрение современных методов управления и системы интегрального контроля показателей качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов на этапах переработки, транспортирования и хранения.

Список использованных источников

1. Ловкис, З. В. Инновационное развитие пищевой промышленности: аспекты теории и практики / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — 528 с.

2. Ловкис, З. В. Научные основы технологической интеграции предприятий пищевой промышленности агропромышленного комплекса / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис. — Минск: ИВЦ Минфина, 2020. — 348 с.
3. 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: Белорусская наука, 2019. — С. 179–184.
4. Ловкис, З. В. Пищевая промышленность Республики Беларусь: анализ и перспективы развития / З. В. Ловкис, И. А. Грибоедова, И. И. Данченко. — Минск: УП Минстата «Главный вычислительный центр», 2008. — 146 с.
5. Ловкис, З. В. Новые технологии в пищевой промышленности / З. В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З. В. Ловкиса. — Минск: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. — 142 с.
6. Ловкис, З. В. Научные достижения в пищевой промышленности Республики Беларусь / З. В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З. В. Ловкиса. — Минск: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. — 180 с.
7. Ловкис, З. В. Научные достижения в пищевой промышленности: становление и развитие / З. В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З. В. Ловкиса. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 336 с.

References

1. Lovkis Z.V., Suboch F.I., Lovkis E.Z. *Innovative development of the food industry: aspects of theory and practice*. Minsk, IVC Minfina Publ., 2019. 528 p. (in Russian).
2. Lovkis Z. V., Suboch F.I., Lovkis E.Z. *Scientific foundations of technological integration of food industry enterprises of the agro-industrial complex*. Minsk, IVC of the Ministry of Finance Publ., 2020. 348 p. (in Russian).
3. Petjushev N.N., Sadovskaja A.V., Usenja Ju.S. *The composition of low-protein foods for children suffering from phenylketonuria*. Science, Nutrition and Health: proceedings of the II International Congress, Minsk, 3-4 okt. 2019. Minsk, 2019, pp. 179–184. (in Russian).
4. Lovkis Z. V., Griboyedova I. A., Danchenko I. I. *Food industry of the Republic of Belarus: analysis and development prospects*. Minsk, IVC of the Ministry of Finance Publ., 2008. 146 p. (in Russian).
5. Lovkis Z.V. Petyushev N. N., Pavlovskaya L. M., Soroko O. L., Dymar O. V. [and etc.]. *New technologies in the food industry*. Minsk, Publ. RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization”, 2011. 142 p. (in Russian).
6. Lovkis Z. V., Meleschenya A. V., Kolosovskaya L. S., Pavlovskaya L. M., Zaichenko D. A., Petyushev N. N., Tananaiko T. M. [and etc.]. *Scientific achievements in the food industry of the Republic of Belarus*. Minsk, Publ. RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization”, 2011. 180 p. (in Russian).
7. Lovkis Z. V., Meleschenya A. V., Kolosovskaya L. S., Pavlovskaya L. M., Zaichenko D. A., Petyushev N. N., Tananaiko T. M. [and etc.]. *Scientific achievements in the food industry: formation and development*. Minsk: ITC of the Ministry of Finance Publ., 2016. 336 p. (in Russian).

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович — заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Шепшелев Александр Анатольевич — кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: shepshelev@belproduct.com

Information about authors

Lovkis Zenon Valentinovich — Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, General Director of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shepshelev Alexander Anatolovich — Ph.D. in Technics, Deputy General Director for scientific work of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: shepshelev@belproduct.com

УДК 613.2/637.04
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-19-29

Поступила в редакцию 14.04.2021
Received 14.04.2021

З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова

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

ЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ ДЕТЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: СТРАТЕГИЯ, КАЧЕСТВО И ИННОВАЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются рынок детского питания Республики Беларусь, тенденции его развития и специализированная продукция как особая группа продуктов для детского здорового, рационального питания. Представлены новые разработки специалистов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в области детского питания в различных отраслях пищевой промышленности.

Ключевые слова: пищевая промышленность, специализированные продукты, здоровое питание, продукты детского питания, обогащенные пищевые продукты, технологии пищевых продуктов.

Z. V. Lovkis, E. M. Morgunova

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

HEALTHY NUTRITION OF CHILDREN IN THE REPUBLIC OF BELARUS: STRATEGY, QUALITY, INNOVATIONS

Abstract. The article examines the baby food market of the Republic of Belarus, trends in its development and specialized products as a special group of products for children’s healthy, rational nutrition. New developments of specialists of the «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food» in the field of baby food in various sectors of the food industry are presented.

Keywords: food industry, specialty products, healthy food, baby food, fortified foods, food technologies.

Одним из основных факторов, способствующих гармоничному развитию детей и подростков, повышению защитных сил организма, увеличению умственной и физической работоспособности, снижению заболеваемости, является рациональное питание, сбалансированное по нутриентному составу и адекватное по незаменимым компонентам пищи и энергии [1–2].

Исследования последних лет свидетельствуют о ряде нарушений фактического питания у различных возрастных групп детского населения. Причинами этих нарушений являются как социально-экономические факторы, так и различные патологические состояния в организме детей [1–4]. При обследовании свыше 100 тысяч детей дошкольного и школьного возраста в разных регионах Республики Беларусь была выявлена высокая частота нарушений пищевого статуса и существенные недостатки в организации питания. Полученные данные о фактическом питании детей свидетельствуют о значительном отклонении от принципов здорового питания. Отмечается высокое потребление насыщенных жиров и соли более чем у 50 % детей; добавленных сахаров — у 65%, низкое потребление молока и молочных продуктов — у 38 %; мяса и мяса птицы — у 18 %; недостаток рыбы в рационе — у 74 %; овощей и фруктов — у 30–35 % обследованных. Кроме этого, отмечена низкая обеспеченность витаминами Д, А, Е, а также кальцием и йодом [4].

Питание детей часто определяется пищевыми стереотипами, сложившимися под влиянием родительского воспитания и семейных установок. По мере взросления в формировании пищевого поведения начинают играть роль социум с существующими в нем культурными традициями, ценностными представлениями о еде, религия, мода, личный опыт и полученные в течение жизни знания. Соответственно, стереотипы пищевого поведения должны учитываться и при разработке мероприятий по оптимизации детского питания.

В Республике Беларусь проблеме эффективного производства продуктов детского питания уделяется существенное внимание со стороны государства, реализован ряд научных и практических мероприятий в рамках Государственных программ [3, 5–9].

Производством продуктов детского ассортимента в стране занимается 15 предприятий пищевой промышленности разных форм собственности. Выпуск жидких и пастообразных молочных продуктов для детского питания осуществляют 8 предприятий (ЧУП «Мозырские молочные продукты», ОАО «Минский молочный завод №1», ОАО «Беллакт», РУП «Институт мясо-молочной продукции», ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат», ОАО «Бабушкина крынка», ОАО «Милкавита», ООО «БИОМОЛПРОМ»). Производство детских сухих смесей и каш в республике организовано исключительно на ОАО «Беллакт». Плодоовощные консервы для детского питания выпускают 7 предприятий (ОАО «Гамма вкуса», ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат», ОАО «Витебский плодоовощной комбинат», ОАО «Беллакт», СООО «Оазис Групп», ООО «Славфуд», ООО «Белфуд Продакшн»). Производство мясных (в том числе мясорастительных и растительно-мясных) и рыборастворительных консервов для детского питания осуществляют 5 предприятий (ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат», ООО «Славфуд», ОАО «Беллакт», «Оазис Групп», ОАО «Гамма вкуса», ООО «Белфуд Продакшн») [8].

Среди особенностей развития рынка детского питания можно выделить неравномерность динамики различных сегментов. Весомая доля рынка принадлежит пюре (45 %), сухие молочные смеси составляют 21 %, соки и каша – 15 и 14 % соответственно [5–8]. Продажи печенья (3 %), чая и детской воды (по 1 %) растут до 35 % в год [8]. Анализ данных по производству детского питания в Республике Беларусь свидетельствует о том, что молочные продукты и продукты на молочной основе составляют около 60 % от общего объема рынка детского питания. Рынок развивается неодинаковыми темпами в столице и регионах, а также в городах и сельской местности. Причиной этому является недостаточная экономическая доступность продуктов детского питания в регионах с более низким уровнем среднедушевых доходов. Возраст потребителей, которых кормят специальным детским питанием, растет: количество потребителей в возрасте до года составляет 44 %, от года до трех лет – 49 %, также четко прослеживается увеличение потребности в детском питании в возрасте до 6 лет – около 7 % [8]. Главной причиной таких изменений является стремление родителей гарантировать качество и пользу питания на фоне ухудшающейся экологической обстановки. Вторая немаловажная причина выражается в том, что родители стали внимательнее относиться к вопросу сбалансированности питания и больше прислушиваться к мнениям специалистов. Любое детское питание промышленного производства, приготовленное по государственным стандартам, априори качественно и безопасно [1].

Отечественные производители непрерывно совершенствуют ассортимент продуктов, чтобы завоевать целевую аудиторию разных возрастных групп. Формируется новый сегмент продуктов для беременных и кормящих женщин. Появляется все больше узкоспециализированных продуктов, направленных на решение проблем со здоровьем и обогащенных витаминами, микроэлементами [1, 3, 10–22].

В ходе мониторинга сбалансированности рынка детского питания выявлены следующие тенденции.

Отечественное производство продуктов детского питания растет под стимулирующим и координирующим воздействием государства. На протяжении последних 10 лет реализован ряд программ: (подпрограмма «Детское питание» Президентской программы «Дети Беларуси» на 2006–2010 годы; Республиканская программа «Детское питание» на 2011–2015 годы; отраслевая научно-техническая программа «Детское питание. Качество и безопасность» на 2016–2020; 2021–2025 годы [3, 9–21].

Значительно ужесточены новые государственные стандарты на продукцию для питания детей раннего возраста (до трех лет), гармонизирующие применяемую в республике терминологию с международной практикой. Применение новых требований позволило отечественным предприятиям расширить рынки сбыта своей продукции.

Особое значение при производстве продуктов детского питания имеет создание специализированной сырьевой зоны, гарантирующей соблюдение требований, предъявляемых к сырью. Поставка основного объема сырья для производства продуктов детского питания осуществляется со специализированных хозяйств, где выращивание, откорм и содержание животных ведется по технологиям, обеспечивающим производство экологически безопасного мясного и молочного сырья, производится систематический контроль содержания токсичных веществ в почве, воде, кормах и продукции животноводства. Поскольку стоимость такого высококачественного сырья выше, чем обычного, то и цена продуктов детского питания на внутреннем рынке дороже, чем продуктов массового потребления.

Основные отечественные производители продуктов детского питания выпускают достаточный для потребности внутреннего рынка ассортимент товаров и представлены рядом хозяйственных субъектов, однако доля импортной пищевой продукции для детей на белорусском рынке составляет около 15 % (в 2011 г. – 50 %) [15].

Экспорт отечественных продуктов детского питания растет и составляет на сегодня в общем объеме 12,8 %. География экспорта детского питания из Республики Беларусь насчитывает более 10 стран (Россия, Украина, Грузия, Казахстан, Молдова, Грузия, Пакистан и т.д.). Основной объем экспорта этой группы продукции приходится на Россию и составляет 78,1 % [15, 19–21].

Диагностика и анализ рынка детского питания Республики Беларусь с использованием инструментов стратегического менеджмента (SWOT-анализ) позволили выявить конкурентные преимущества и потенциальные факторы дальнейшего развития данного сегмента (табл.1).

Таблица 1. Конкурентные преимущества и потенциальные факторы развития рынка детского питания в Республике Беларусь*

Table 1. Competitive advantages and potential factors in the development of the baby food market in the Republic of Belarus

SWOT-анализ	
Внутренние сильные стороны (S)	Внутренние слабые стороны (W)
1. Значимая государственная поддержка отечественного производства продуктов детского питания, ряд комплексных программ реализован с 2005 г. 2. Развитая сырьевая база отрасли при постоянном совершенствовании качества и ассортимента продукции, функциональной линейки. 3. Высокий технический потенциал отечественной индустрии детского питания на уровне мировых стандартов. 4. Наличие научно-технологического и инновационного потенциала для производства всего ассортимента продуктов. 5. Относительная доступность отечественных продуктов по цене, предоставление наименее обеспеченным категориям семей внутренней продовольственной помощи.	1. Значительный уровень импорта заменителей грудного молока (90 %) обусловлен отсутствием отечественных производителей и зависимостью от импортных составляющих. 2. Доля импортных продуктов детского питания на внутреннем рынке составляет порядка 15%. 3. Более высокая стоимость продуктов с маркировкой «для детского питания» по сравнению со средней ценой на продукты массового производства, в частности, при удельном весе продуктов детского питания в рационе ребенка 1-3 лет 30 %, стоимость рациона увеличивается на 60 %. 4. Недостаточная информационная поддержка формирования высокой культуры питания в семьях с детьми и детских образовательных учреждениях. 5. Высокая конкуренция со стороны международных корпораций в индустрии детского питания.
Внешние возможности (O)	Внешние угрозы (T)
1. Возможность развития новых рынков сбыта продукции детского питания. 2. Развитие межгосударственной кооперации и интеграции индустрии детского питания в рамках ЕАЭС. 3. Совершенствование законодательства в сфере производства детского питания. 4. Дальнейшее развитие и модернизация предприятий детского питания.	1. Ежегодный прирост мирового рынка детского питания, который составляет 8,95%, емкость к 2020 года достигла 97,7 трлн. долл. США. 2. Наличие четкой стратегии развития лидеров мирового экспорта и брендов (Nestle, NAN, Nestogen, Danone, Nutricia — Nutrilon и др.). 3. Развитие сегмента органических детских продуктов питания (Earth's Best Organic, Plum Organics и др.). Увеличение удельного веса органического детского питания в общем объеме его производства составляет 15 %. 4. Усиление конкуренции в индустрии детского питания со стороны ведущих мировых корпораций.

Примечание*. SWOT- анализ составлен на основании собственных исследований авторов

Комплексная оценка устойчивости отечественного рынка продуктов детского питания по основным критериям позволяет выделить основные направления дальнейшего его развития в Республике Беларусь, являющейся субъектом Евразийского экономического союза и потенциального участника ВТО.

Научные организации НАН Беларуси совместно с производителями разрабатывают новые продукты для детского питания и технологии их производства, а также организуют работу по широкому освоению их в производстве. Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ведет разработку продуктов детского питания, систематизируя научные подходы к компонентному составу и пищевой ценности продуктов с учетом современных требований детской диетологии, и анализ ассортимента существующих на рынке продуктов детского питания.

В Республике Беларусь разработаны критерии и индикаторы оценки уровня и качества питания детского населения, дифференцированные по возрастным категориям детей и объектам оценки

(организованные дошкольные и школьные учреждения, домашние хозяйства), с целью внедрения в систему мониторинга национальной продовольственной безопасности, что позволяет учитывать потенциальную экономическую доступность продуктов детского питания. Разработанные меры и рекомендации по оптимизации системы детского питания в Республике Беларусь, базирующиеся на обосновании критериев и индикаторов качества питания детского населения, оценке физической и экономической доступности продуктов детского питания, применении адаптированных подходов к определению ёмкости внутреннего рынка и конкурентоспособности позволяют повысить уровень продовольственной безопасности по продуктам детского питания [1, 14, 16–19].

На основе анализа качественной и ассортиментной структуры продуктов детского питания на внутреннем рынке разработаны рекомендации для предприятий пищевой промышленности республики с целью повышения самообеспеченности страны продуктами детского питания, улучшения качества питания детского населения, увеличения конкурентоспособности отечественных производителей продуктов детского питания [14].

Разработка технологий и создание ассортимента детских продуктов, предназначенных для детей различных возрастных групп, начиная с первого года жизни, ведется в тесном сотрудничестве с научными учреждениями Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Сотрудниками Научно-практического центра по продовольствию разработаны и поставлены на производство специализированные продукты для детского питания, в том числе мясная, молочная, плодоовощная, кондитерская, хлебопекарная, соковая продукция для детского питания, продукты питания для беременных и кормящих женщин, линейка специализированных продуктов, предназначенных для питания больных сахарным диабетом, фенилкетонурией и целиакией [20–21].

В последнее время увеличивается количество детей с наследственной предрасположенностью к различным нарушениям обмена веществ. Для них необходима корректировка и оптимизация рациона питания в соответствии с имеющимися отклонениями. В связи с этим очень важным моментом является наличие продуктов для питания детей раннего возраста профилактической направленности, предназначенных для коррекции углеводного, жирового, белкового, витаминного и других видов обмена веществ, а также для снижения риска развития заболеваний. Данные разработки соответствуют современным требованиям к данной группе специализированной продукции, конкурентоспособны на рынке по ценовому фактору, так как их стоимость ниже на 15–29 % по сравнению с зарубежными аналогами, имеют импортозамещающий и экспортоориентированный характер [20].

В **молочной отрасли** специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработана технология производства сухого козьего молока и созданы новые сухие молочные продукты с пониженным содержанием белка для питания детей с ограничениями по потреблению белка с учетом их физиологических потребностей, продукты функционального назначения. Разработанный ассортимент соответствует международным требованиям, предъявляемым к данной группе продуктов: массовая доля белка не превышает 10 %; содержание фенилаланина — не превышает 500 мг/100 г.

Разработана линейка молочных продуктов для питания беременных женщин и кормящих матерей; кисломолочные биопродукты с инулином «На здоровье!», низколактозные молочные продукты, напитки на основе сыворотки. Кисломолочные продукты предназначены для профилактического питания детей от 1 года до 3-х лет с целью нормализации функции органов пищеварения и гармоничного построения и функционирования костной ткани.



Рис. 1. Биопродукты кисломолочные для детей раннего возраста
Fig. 1. Bioproducts dairy for young children

Биопродукты предназначены для лечебного и профилактического питания детей дошкольного и школьного возраста и могут применяться для нормализации пищеварения у детей с функцио-

нальными нарушениями желудочно-кишечного тракта, коррекции дисбиотических нарушений при кишечных инфекциях при приеме антибиотиков, нормализации и восстановления микрофлоры кишечника, а также для восполнения дефицита основных функционально необходимых макро- и микронутриентов — кальция и витаминов.

Расширен ассортимент продуктов для детского питания на молочной основе и созданы пастообразные ферментированные молочные продукты с добавлением функциональных ингредиентов для питания детей от 6 месяцев и старше (рис. 1), что позволяет, сформировать более полноценное здоровое питание детей.

Производство **мясных продуктов** детского питания высокой пищевой и биологической ценности с регламентируемым уровнем содержания токсичных элементов требует проведения исследований по разработке технологии выращивания экологически чистого скота. В мясной отрасли разработана и освоена технология производства новых видов обогащенных биологически ценными функциональными ингредиентами продуктов из мяса птицы для питания детей дошкольного и школьного возраста, что позволит обеспечить полноценный и сбалансированный рацион для детей, нуждающихся в рациональном питании. Продукты изготавливаются из охлажденного филе цыплят-бройлеров, выращенных по прогрессивной технологии без применения антибиотиков, стимуляторов откорма и гормональных препаратов, без красителей, усилителей вкуса и аромата, консервантов, фосфатов, соли, ГМО и жгучих специй. Ассортимент продукции включает полуфабрикаты рубленые, (котлеты, шницеля, бифштексы, фрикадельки), ветчинные изделия, колбаски паштетные, обогащенные биологически ценными функциональными ингредиентами (витаминами, микроэлементами, пребиотиками, полиненасыщенными жирными кислотами ω -3), для питания детей дошкольного и школьного возраста, обеспечивающие сбалансированные и полноценные рационы питания детей с учётом их физиологических потребностей.

Разработана и освоена технология производства новых видов профилактических мясных продуктов с пониженным содержанием поваренной соли, что соответствует медико-биологическим требованиям к группе мясных продуктов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Представленные продукты содержат пребиотик лактулозу и рекомендуются для профилактики дисбактериозов. Продукты, обогащенные лактулозой, обладают рядом полезных свойств: активизируют жизнедеятельность бифидобактерий и подавляют рост вредных бактерий, подавляют образование токсичных метаболитов и вредных ферментов, способствуют абсорбции минеральных веществ и укреплению костей, проявляют антиканцерогенный эффект (рис. 2).



Рис. 2. Колбасные изделия для питания детей дошкольного и школьного возраста
Fig. 2. Sausage products for feeding preschool and school-age children

На базе опытно-технологического участка Центра по продовольствию создан цех по производству продуктов детского питания. В рамках выполнения Государственной программы развития аграрно-

го бизнеса впервые в Республике Беларусь разработано 11 наименований низкобелковых продуктов питания для больных фенилкетонурией (низкобелковые макаронные изделия, низкобелковые сухие смеси для приготовления картофельного пюре, клецок, кексов и печенья, низкобелковых каш и круп, печенья, кексов, мелкоштучных хлебулочных изделий) и организовано их производство (рис. 3). Разработки носят инновационный импортозамещающий характер и обладают значительным экспортным потенциалом для рынка стран ЕАЭС, а также расширяют рацион питания для детей, в том числе больных фенилкетонурией. Создание новых продуктов для детей с дефицитом фенилаланин-гидроксилазы и организация их производства в республике позволяет снизить финансовые затраты на питание больных детей и обеспечить их качественной и безопасной продукцией.



Рис. 3. Сухие низкобелковые продукты для питания больных фенилкетонурией
 Fig. 3. Dry low-protein foods for the nutrition of patients with phenylketonuria

Впервые в Республике Беларусь разработана технология и организовано производство питьевой воды для детского питания, предназначенной как для непосредственного употребления детьми, так и для приготовления пищи и восстановления сухих продуктов для питания детей, а также технология питьевой воды для детского питания, обогащенной кислородом, что способствует увеличению физической выносливости и улучшению функционирования вегетативной нервной системы (рис. 4).

Отдельное направление исследований составляют технологии производства **консервированных продуктов** для питания детей дошкольного и школьного возраста на фруктовой, овощной и мясной основе (рис. 5). Соковая продукция для питания детей дошкольного и школьного возраста позволяет обогатить рацион детей полезными веществами фруктов и овощей, расширить вкусовые привычки, а также создать импортозамещающую продукцию с высокими потребительскими качествами. Разработан широкий ассортимент соковой продукции (19 наименований) из разных фруктов и овощей (яблоки, персик, черная смородина, клюква, томат, морковь, перец сладкий, свекла, кабачок и др.). При разработке документации учтены современные требования, предъявляемые к продукции для детского питания. Подобраны технологические параметры получения морсов, предусматривающие использование выжимки ягод, что позволит рационально использовать вторичные ресурсы

и повысить пищевую ценность готового продукта. Особенностью фруктовых соков для детского питания является отсутствие добавленного сахара.



Рис. 4. Питьевая вода для детского питания

Fig. 4. Drinking water for baby food

Впервые разработана технология производства детского питания на основе фруктов и овощей в мягкой упаковке типа пауч, отличающейся значительными барьерными свойствами и высокой степенью защиты от факторов окружающей среды, что обеспечивает сохранность витаминов (рис. 5).

Для питания детей дошкольного и школьного возраста созданы консервы на овощной основе (консервированные овощи и овощные соусы). По сравнению с продукцией общего назначения в новой консервированной продукции предусмотрено использование высокосортных овощей, отвечающих требованиям безопасности сырья для детского питания, уменьшено количество добавляемой соли, понижена кислотность. В консервах не допускается использование жгучих пряностей, красителей, ароматизаторов, подсластителей, консервантов, генетически модифицированного сырья и полуфабрикатов, изготовленных из этого сырья. Ассортимент овощных консервов разработан с учетом вкусовых предпочтений детей дошкольного и школьного возраста и максимально сохраняет полезные свойства свежего сырья.

На основании проведенного мониторинга фактической обеспеченности детей и подростков Республики Беларусь витаминами и минеральными веществами установлен наиболее выраженный дефицит витаминов B_1 , B_2 , PP, A, минеральных веществ (кальция и фосфора). С целью коррекции выявленного витаминно-минерального дефицита разработаны и внедрены новые виды **кондитерских изделий**: шоколадная продукция, жевательный мармелад для детей с использованием витаминных и витаминно-минеральных премиксов. Витамины и минеральные вещества, введенные в состав мармелада, способствуют нормальному функционированию иммунной и нервной системы, поддержанию нормального зрения, состояния костей, кожи и слизистых оболочек, обеспечивают усвояемость железа и нормальный энергетический обмен в организме (рис. 6).. Н

Разработано печенье для питания детей дошкольного и школьного возраста с повышенной пищевой ценностью, нутриентный состав которого оптимизирован в соответствии с возрастными физиологическими потребностями детей за счет использования отечественных видов сырья (овсяных, пшеничных, ячменных и ржаных хлопьев, морковного, яблочного и тыквенного пюре). Полученный продукт обладает высоким экспортным потенциалом (рис. 6).

В пищекоцентрагной отрасли разработана технология и ассортимент сухих завтраков, обогащенных натуральным фруктовым, ягодным, овощным сырьем и семенами льна, соответствующих современным требованиям, предъявляемым к продуктам для детей дошкольного и школьного возраста. Новые виды сухих завтраков содержат до 10 г белка, что составляет до 20 % от суточной нормы потребления для детей дошкольного возраста и до 17 % — для детей школьного возраста; омега-3 ПНЖК, отличаются низким содержанием соли — 0,12 г/100 г продукта, а также отсутствием добавленного сахара.

Для детей дошкольного и школьного возраста разработана технология и новые виды чайных напитков на основе пряно-ароматического сырья отечественного произрастания, разрешенного к применению в детском питании (плоды шиповника, цветки бузины черной, цветки липы, цветки ромашки, яблоки сушеные, плоды черной смородины, плоды черники, крапивы лист, трава Melissa)

лимонной, трава чабреца обмолоченная, листья мяты перечной обмолоченной, цветки календулы, листья черной смородины, лист малины обыкновенной, трава душицы). Многокомпонентные чайные композиции сбалансированы по витаминно-минеральному составу, их регулярное употребление способствует укреплению иммунитета, улучшению аппетита, повышению тонуса, а также улучшению усвоения пищи детским организмом.



Рис. 5. Консервы для детей на основе фруктов и овощей для детей раннего возраста
 Fig. 5. Canned food for children based on fruits and vegetables for young

В хлебопекарной отрасли специалистами РУП «Белтехнолб» разработаны технологии и организовано производство минерального комплекса «Лада» и витаминного комплекса «Калейдоскоп-2», для обогащения специализированных хлебобулочных и экструзионных изделий для питания беременных и кормящих женщин кальцием и витаминами группы В. Разработанные изделия способствуют восполнению дефицита вышеуказанных макро- и микронутриентов и удовлетворяют потребность в кальции и витаминах В₁, В₂, В₉, В₁₂, РР не менее чем на 15 % от суточной потребности. Также они отличаются отсутствием или пониженным содержанием соли, сахара, насыщенных жирных кислот; не содержат консервантов, синтетических красителей, ароматизаторов, кондитерских жиров, маргаринов; имеют в своем составе только разрешенные в детском питании пищевые добавки. Изделия имеют средний или низкий гликемический индекс, содержат пищевые волокна, способствующие поддержанию моторной функции кишечника (рис. 7).



Рис. 6. Кондитерская продукция для детей дошкольного и школьного возраста
 Fig. 6. Confectionery products for preschool and school-age children



Рис. 7. Хлебобулочные изделия для детей дошкольного и школьного возраста
 Fig. 7. Bakery for preschool and school-age children

Рынок детского питания — это перспективное направление, получившее за последнее десятилетие существенное развитие и предоставляющее широкие возможности для научных экспериментов в соответствии с запросами современности. В планах белорусских ученых продолжать разработку обогащенных и специализированных продуктов питания для различных групп детского населения республики, основанных на медицинских исследованиях нутриентных статусов в разных регионах.

Список использованных источников

1. О некоторых особенностях развития рынка детского питания / З.В. Ловкис [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2011.— № 3.— С. 3–9.
2. Почицкая, И. М. Оценка качества детского питания на плодоовощной основе: методические указания / И.М. Почицкая, Е.С., Моргунова Е.М., Александровская, Н.В. Комарова; под. общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 48с.
3. Программа «Дети Беларуси» на 2006–2010 годы // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.pravo.by/pdf/2006-86/2006-86\(008-051\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2006-86/2006-86(008-051).pdf). — Дата доступа: 15.01.2021.
4. Гузик, Е. О. Здоровье учащихся Республики Беларусь и пути минимизации факторов риска его формирующих: монография. — Минск: БелМАПО, 2020. — 334 с.
5. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг-2015. В 2 ч. Ч.2 / В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Инт систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. — 205 с.
6. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг-2016: социально-экономические аспекты/ В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2017 — 210 с.
7. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг — 2017: в контексте устойчивого функционирования АПК/ В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2018 — 295 с.
8. Мониторинг продовольственной безопасности — 2019: социально-экономические условия / В. Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. — 349 с.
9. Республиканская программа «Детское питание» на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 июня 2011 г., № 888 [Электронный ресурс] / Совет Министров Респ. Беларусь. — 2015 — Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/file70cb2a5406802109.PDF>. — Дата доступа: 25.03.2021.
10. Вслед за пользой. Если бы дети знали, если бы взрослые могли... / Продукт.by [Электронный ресурс]. — 2016. — Режим доступа: <http://produkt.by/Technic/print/474>. — Дата доступа: 15.03.2021.

11. *Пилипцевич, Н. Н.* Важнейшие направления стратегии развития здравоохранения Беларуси / Н.Н. Пилипцевич, Т.П. Павлович, А.Н. Пилипцевич // Медицинский журнал. — 2009. — №1. — С. 125.
12. Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года // Пищевая промышленность наука и технологии. — 2015 — №4. — С. 3–10.
13. Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года // Пищевая промышленность наука и технологии. — 2016 — №1. — С. 8–17.
14. Методические рекомендации по оценке уровня обеспеченности детского населения основными продуктами питания с целью внедрения их в систему мониторинга национальной продовольственной безопасности / А.П. Шпак, Н.В. Киреенко, С.А. Кондратенко, Л.А. Лобанова, Л.Т. Ёнчик, О.В. Стешиц. — Минск; Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. — 51 с.
15. Основные положения Доктрины продовольственной безопасности Республики Беларусь / А. Шпак [и др.] // Аграрная экономика. — 2017. — №3. — С. 2–14.
16. *Ловкис, З. В.* Безопасность и качество пищевых продуктов / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова // Наука и инновации. — 2017. — №12. — С. 35–39.
17. *Ловкис, З. В.* Функциональные пищевые продукты / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова // Науки и инновации: научно-практический журнал. — 2019. — №12(202). — С. 13–18.
18. *Моргунова, Е. М.* Совершенствование структуры продуктов детского питания на внутреннем рынке Республики Беларусь / Е. М. Моргунова, А. Н. Моргунов, В. В. Шилов // Техника и технологии пищевых производств: материалы XIII Междунар. научно-технической конференции, Могилев, 23-24 апреля 2020 г. / УО МГУП. — Могилев, 2020. — Т.2. — С. 342–343.
19. *Ловкис, З. В.* Конкурентные преимущества и потенциальные факторы развития рынка детского питания в Республике Беларусь / З.В. Ловкис, Е.М. Моргунова, А.Н. Моргунов // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов по материалам II Международного конгресса, Минск, 3-4 октября 2019 г. — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — С. 129–135.
20. Наука, питание и здоровье: материалы II Международного конгресса, Минск, 3-4 октября 2019 г. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З.В. Ловкис [и др.] — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — 604 с.
21. *Ловкис, З. В.* Инновационное развитие пищевой промышленности: аспекты теории и практики / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — 528 с.

References

1. Lovkis Z. V., Melnikova L. A., Vasenkova E. I. About some features of the development of the baby food market. *Pishchевaya promyshlennost': nauka i tekhnologii= Food Industry: Science and Technology*, 2011, no.3, pp.3-9 (In Russian).
2. Pochitskaya I.M., Morgunova E.M., Aleksandrovskaaya E.S., Komarova N.V. *Assessment of the quality of baby food on a fruit and vegetable basis: guidelines*. Minsk, Information and Computing Center of the Ministry of Finance, 2016. 48 p. (In Russian)
3. *Program "Children of Belarus" for 2006–2010* // National Legal Internet Portal Resp. Belarus [Electronic resource]. Access mode: [http://www.pravo.by/pdf/2006-86/2006-86\(008-051\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2006-86/2006-86(008-051).pdf). Date of access: 15.01.2021.
4. Guzik E.O. *Health of students of the Republic of Belarus and ways to minimize risk factors that form it: monograph*. Minsk, BelMAPO, 2020. 334 p. (In Russian).
5. Gusakov V.G., Shpak A.P., Nizhevich L.I., Lomakina A.L., Kireenko N.V., Kondratenko S.A. (et.al.). *Food security of the Republic of Belarus in the conditions of the functioning of the Eurasian Economic Union. Monitoring 2015. At 2 pm Part 2*. Minsk: Inst systems. issued. in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2016. 205 p. (In Russian).
6. Gusakov V.G., Shpak A.P., Lomakina A.L., Poleshchuk I.V., Kireenko N.V., Kondratenko S.A., Baigot L.N. (et.al.). *Food security of the Republic of Belarus. Monitoring-2016: socio-economic aspects*. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2017. 210 p. (In Russian).
7. Gusakov V. G., Shpak A. P., Kireenko N. V., Kondratenko S. A., Baigot L. N., Kazakevich I. A., Lazarevich I. M. (et.al.). *Food security of the Republic of Belarus. Monitoring-2017: in the context of sustainable functioning of the agro-industrial complex*. — Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018. 295 p. (In Russian).
8. Gusakov V. G., Pilipuk A. V., Gusakov G. V., Rastorguev P. V., Karpovich N. V., Kondratenko S. A., Brechko J. N. (et.al.). *Monitoring of Food Security - 2019: Socio-Economic Conditions*. Minsk: Institute of

- System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2020. 349 p. (In Russian).
9. *Republican program “Baby food” for 2011–2015: Resolution of the Council of Ministers of the Republic.* Belarus, June 15, 2011, No. 888 [Electronic resource] / Council of Ministers of the Republic. Belarus. 2015 Access mode: <http://www.government.by/upload/docs/file70cb2a5406802109.PDF>. Date of access: 03/25/2021. (In Russian).
 10. *Following the benefits. If children knew, if adults could ...* / Product.by [Electronic resource]. 2016. Access mode: <http://produkt.by/Technic/print/474>. Date of access: 03/15/2021. (In Russian).
 11. Pilipitsevich N.N., Pavlovich T.P., Pilipitsevich A.N. The most important directions of the development strategy of health care in Belarus. *Meditinskiy zhurnal = Medical journal.* 2009, no.1, pp. 125. (In Russian).
 12. The concept of state policy in the field of healthy nutrition of the population of the Republic of Belarus for the period until 2020. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technology*, 2015, no. 4, pp. 3–10.
 13. Strategy for improving the quality and safety of food products in the Republic of Belarus until 2030. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technology*, 2016, no. 1, pp. 8–17.
 14. Shpak A.P., Kireenko N.V., Kondratenko S.A., Lobanova L.A., Yonchik L.T., Steshits O. V. *Guidelines for assessing the level of provision of the child population with basic food products in order to introduce them into the monitoring system of national food security.* Minsk; Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018. 51 p.
 15. Shpak A., Kireyenka N., Kandratsenka S., Baihot L., Gusakov G. Basic provisions of the Doctrine of Food Security of Republic of Belarus. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*, 2017, no. 3, pp. 2–14.
 16. Lovkis Z.V., Morgunova E.M. Food safety and quality. *Nauka i innovatsii = Science and Innovations*, 2017, no. 12, pp. 35–39.
 17. Lovkis Z.V., Morgunova E.M. Functional food products. *Nauka i innovatsii = Science and Innovations*, 2019, no. 12 (202), pp. 13–18.
 18. Morgunova E.M., Morgunov A.N., Shilov V.V. *Improvement of the structure of baby food products in the domestic market of the Republic of Belarus.* Technics and technology of food production: materials of the XIII Intern. scientific and technical conference, Mogilev, April 23–24, 2020, MGUP, Mogilev, 2020, т. 2, pp. 342–343.
 19. Lovkis Z.V., Morgunova E.M., Morgunov A.N. *Competitive advantages and potential factors of development of the baby food market in the Republic of Belarus.* Science, nutrition and health: a collection of scientific papers based on the materials of the II International Congress, Minsk, October 3–4, 2019, Minsk, ITC of the Ministry of Finance, 2019, pp. 129–135.
 20. *Science, nutrition and health: materials of the II International Congress* (Minsk, October 3–4, 2019. RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food»: editorial board, Minsk, ITC of the Ministry of Finance, 2019. 604 p.
 21. 2. Lovkis Z.V., Suboch F.I., Lovkis E.Z. *Innovative development of the food industry: aspects of theory and practice.* Minsk, ITC of the Ministry of Finance, 2019. 528 p.

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович — заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Моргунова Елена Михайловна — кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Information about authors

Lovkis Zenon Valentinovich — Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, General Director 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: info@belproduct.com

Margunova Alena Mikhailovna — Candidate of Technical Sciences, Deputy General Director for Standardization and Food Quality of the Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

УДК 664:613.2
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-30-36

Поступила в редакцию 26.04.2021
Received 26.04.2021

Н. И. Белякова, В. В. Шилов, А. А. Журня

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

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Наиболее значимыми проблемами питания современного человека являются снижение потребности в энергии, и, следовательно, в пище, обусловленное низкой двигательной активностью, что, в свою очередь, приводит к недостаточному поступлению в организм витаминов, минералов и других биологически активных веществ. В этой связи особую актуальность приобретает создание функциональных и специализированных продуктов питания, позволяющих устранить наблюдаемый дефицит и обеспечить рацион питания достаточным количеством эффективных ингредиентов, способствующих улучшению функционирования организма.

В статье представлены основные достижения отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» по разработке продуктов функционального и специализированного назначения, а также перспективы создания новых видов пищевых продуктов с учетом индивидуальных особенностей человека и методологии персонализированного питания.

Ключевые слова: питание, функциональные продукты, функциональные ингредиенты, специализированные продукты, микронутриентный статус, химический состав продуктов, научные подходы, персонализированное питание.

N. I. Beliakova, V. V. Shylau, H. A. Zhurnia

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

ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS FOR FUNCTIONAL AND SPECIAL PURPOSE PRODUCTS DEVELOPMENT

Abstract. The most significant nutritional problems of modern man are the reduction of the need for energy, and, therefore, for food. This is due to low physical activity, as well as insufficient intake of vitamins, minerals and other biologically active substances into the body. In this regard, the creation of functional and specialized food products that allow eliminating the observed deficit and providing the diet with a sufficient amount of effective ingredients that contribute to improving the functioning of the body is acquiring particular relevance.

The article presents the main achievements of the nutrition department of RUE Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food in the development of functional and specialized products, as well as the prospects for creating new types of food products, taking into account the individual characteristics of a person and the methodology of personalized nutrition.

Keywords: nutrition, functional products, functional ingredients, specialized products, micronutrient status, chemical composition of products, scientific approaches, personalized food.

Введение. Образ жизни современного человека сильно изменился. На его здоровье, работоспособность и эмоциональное состояние влияют многие факторы: рацион питания, уровень физических и психоэмоциональных нагрузок, состояние окружающей среды и т.д. [1]. Стремление к полезному сбалансированному питанию является неотъемлемой частью современной тенденции заботы о своем здоровье.

Проблема питания — одна из важнейших глобальных проблем, выдвинутых Всемирной организацией здравоохранения. Поэтому программы по содействию здоровому режиму питания и физической активности составляют важнейшее направление государственной политики для предупреждения болезней и удовлетворения потребностей развитого общества.

Современная пищевая промышленность ориентирована на развитие разных видов питания человека: традиционного, профилактического, лечебно-профилактического, лечебного, специализированного и функционального. Повышенный интерес к функциональному и специализированному питанию является результатом постоянной заботы и ответственности людей за свое здоровье.

Основу функционального питания составляют функциональные продукты, которые в последнее время активно разрабатываются отечественными производителями при участии и научном сопровождении специалистов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию».

Важным аспектом функциональных пищевых продуктов является их эффективность по характеристикам или свойствам, которые помогают снизить риск развития неинфекционных заболеваний, вызванных расстройствами пищевого поведения, восполнить или предотвратить дефицит питательных веществ, поддерживать и улучшать здоровье потребителя [2].

С целью улучшения качества пищи и придания ей необходимых свойств используется витаминизация и введение в ее состав биологически активных добавок. Состав продуктов функционального питания по сравнению с обычными продуктами отличается повышенным или пониженным количеством основных питательных веществ, витаминов, минералов, энергодающих субстратов, антиоксидантов, адаптогенов. Выпуск таких продуктов ориентирован на замену или дополнение традиционных продуктов или готовых блюд [3, 4].

Функциональные продукты питания — перспективная область для предприятий пищевой отрасли республики. С 2007 года в Беларуси действует стандарт, который устанавливает термины и понятия в данной области. Так, функциональным считается пищевой продукт, обогащенный физиологически функциональными ингредиентами для сохранения и улучшения здоровья [5].

Рынок функционального и специализированного питания — специфический и динамичный сегмент деятельности, требующий наличия квалифицированного и инициативного персонала, способного быстро и эффективно провести полный цикл разработки и внедрения принципиально нового продукта от лабораторных исследований и клинических испытаний до запуска в производство с необходимым набором нормативной и технологической документации. Мировой рынок функциональных продуктов интенсивно развивается, ежегодно увеличиваясь на 15–20 %. Активно формируется рынок таких продуктов и в Республике Беларусь. Условно он представлен несколькими группами, среди которых можно отметить зерновые, молочные продукты и безалкогольные напитки. По прогнозам экспертов, в долгосрочной перспективе ожидается дальнейший рост производства, что обуславливается относительной насыщенностью рынка на данном этапе развития. Немаловажную роль в его расширении играют растущая популярность занятий спортом и здорового образа жизни в больших городах. При этом проводится активная пропаганда здорового образа жизни и поддержка спорта на государственном уровне [5, 6].

В последнее десятилетие специалистами отдела питания в сотрудничестве с другими подразделениями РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» и учреждениями республики были проведены исследования по разработке новых видов продуктов функционального и специализированного назначения.

Для людей, занимающихся физкультурой и спортом, а также ведущих активный образ жизни, разработана технология производства обогащенных изотонических напитков «ИзоАктивФито». Данные специализированные напитки позволяют быстро восстанавливать водно-солевой баланс во время и после тренировок, повышают выносливость и адаптационные возможности организма за счет улучшения обменных процессов в органах и тканях.

Потребительские свойства функциональных продуктов включают в себя три составляющих: пищевая ценность, вкус и положительный физиологический эффект. В отличие от традиционных продуктов, эти продукты содержат функциональные ингредиенты, которые оказывают непосредственное биологически значимое положительное влияние на обменные процессы в организме человека [2].

К одной из категорий функциональных ингредиентов относятся пре- и пробиотики. Поэтому потребление продуктов с большим количеством клетчатки, а также продуктов с живыми бактериями — это основа профилактических мероприятий по предупреждению развития нарушений микробиоценоза кишечника, укреплению защитных функций организма человека, снижающих риск воздействия различных вредных факторов внешней и внутренней среды [4, 5].

Специалистами отдела питания разработаны технология производства и рецептуры кисломолочных бионапитков и биококтейлей серии Fitness для коррекции нутритивного статуса и нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Их отличительная особенность выражается в повышенном содержании ценных пищевых волокон, являющихся субстратом для роста полезных бактерий. Положительное влияние бионапитков и биококтейлей на микрофлору желудочно-кишечного тракта, снижение уровня общего холестерина и триглицеридов в крови подтверждено медико-биологическими исследованиями.

Особое внимание специалистов отдела было уделено разработке технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, обогащенных витаминами и минералами в соответствии с физиологическими потребностями детей школьного возраста.

В рамках республиканской программы «Детское питание» в сотрудничестве со специалистами ГУ «Белтехнохлеб» были разработаны новые виды обогащенных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий для коррекции структуры питания школьников. Данные изделия, обогащены витаминами А, Е, Д и минеральными веществами (кальцием и магнием), дефицит которых был выявлен при анализе фактического питания школьников. Потребление детьми разработанных видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий способствует дополнительному обеспечению организма лимитирующими компонентами питания и, как следствие, оказывает определенное регулирующее воздействие на их организм. Проведенные исследования эффективности обогащенных изделий для коррекции рационов питания школьников в условиях организованных школьных коллективов свидетельствуют об их положительном влиянии на состояние здоровья учащихся.

По программе совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства разработана технология и освоено опытное производство новых бальнеологических средств на основе биологически активного сырья для оказания медицинской помощи гражданам России и Беларуси, подвергшимся радиационному воздействию. Впервые в республике была зарегистрирована природная минеральная питьевая лечебная вода «Mineralita». Высокое содержание в этой воде ионов кальция и магния благоприятно влияет на водно-электролитный, углеводный и жировой обмен, кислотно-щелочное равновесие в организме человека, метаболизм сердечной мышцы и нормализует состояние полезной микрофлоры толстой кишки. Данная вода оказывает положительное влияние на функциональное состояние желудка, печени, желчевыводящих путей, поджелудочной железы, кишечника.

Для создания новых видов пищевых продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения, специалистам пищевой сферы необходимы знания о химическом составе сырья и продуктов питания, что позволяет разрабатывать безотходные технологии производства, создавать экологически чистые продукты питания и беречь окружающую среду от загрязнений.

Сотрудниками отдела питания был изучен химический состав различных пищевых продуктов, представленных на отечественном рынке. В результате проведенной работы впервые выявлены и систематизированы данные по химическому и микронутриентному составу пищевых продуктов, наиболее потребляемых населением Республики Беларусь. Создана национальная база данных по химическому, микронутриентному составу и эссенциальной ценности 316 пищевых продуктов, которая позволяет получить объективную оценку качества питания населения Беларуси и реализовать меры по достижению сбалансированного питания на территории страны.

Одним из этапов разработки продуктов функционального и специализированного назначения является оценка микроэлементного статуса населения.

Специалистами отдела питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» был проведен ряд исследований по изучению фактического питания и дана оценка микронутриентного статуса различных категорий населения Республики Беларусь. В рамках задания «Оценка рисков потенциально опасных факторов в фактическом питании различных категорий населения Республики Беларусь» ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства» 2016–2020 годы проведен анализ фактического потребления продуктов питания населением Республики Беларусь. В результате этой работы было установлено, что режим питания всех категорий населения не соответствует гигиеническим принципам и нормам: повседневный рацион преимущественно углеводно-жировой, с недостаточным потреблением животного белка, дефицитом витаминов и микроэлементов. Студенческая молодежь злоупотребляет продуктами «фаст-фуд» (чипсы, гамбургеры, картофель фри и т.д.), газированными напитками, сладостями (конфеты, шоколад, мучные кондитерские изделия и др.). Для лиц зрелого и пожилого возраста характерно избыточное потребление переработанных мясных продуктов (колбасы, копчености, паштеты и т.д.), майонеза при недостаточном потреблении рыбы, морепродуктов, овощей и фруктов, хлеба из муки грубого помола, зерновых каш.

Выявленный дисбаланс в рационах питания различных категорий населения республики является дополнительным фактором риска развития неинфекционных заболеваний: диабета II типа, ожирения, гиперлипидемии, сердечно-сосудистой патологии.

По результатам исследований были разработаны «Перечень неблагоприятных факторов питания и ингредиентов, повышающих риски неинфекционной патологии у различных категорий населения РБ» для специалистов пищевой индустрии и общественного питания, а также «Рекомендации для органов здравоохранения по снижению риска развития метаболических нарушений из-за неконтролируемого употребления населением минеральных вод».

Совместно с РНПЦ «Кардиология» проведены исследования минерального состава образцов тканей пациентов с артериальной гипертензией, в результате которых был выявлен дефицит ключевых микроэлементов (кальция, цинка, калия, железа) и избыточное содержание хлора, марганца, никеля. Кроме того, у этих пациентов было повышено содержание токсических элементов: стронция, свинца, ртути и кадмия. Выявлена разбалансированность рационов питания: структура питания имела углеводно-жировую направленность — потребление белков было ниже физиологической нормы, а содержание углеводов и жиров значительно превышало норму. Отмечено низкое содержание в рационах питания пищевых волокон и жирных кислот омега-3 у всех пациентов, независимо от индекса массы тела, что является одной из причин развития артериальной гипертензии.

По результатам исследований впервые в Республике Беларусь был разработан и утвержден Министерством здравоохранения «Метод медицинской профилактики сосудистого ремоделирования у пациентов с артериальной гипертензией», направленный на коррекцию рационов питания этой многочисленной категории больных.

Одним из направлений деятельности отдела является разработка научно обоснованных подходов к созданию новых видов продуктов, в том числе функционального и специализированного назначения. В результате выполнения задания по научному обоснованию компонентного состава витамин D-содержащей добавки для функционального питания различных групп населения Беларуси были выявлены группы риска развития дефицита витамина D и обоснована композиция функционально связанных витаминов для повышения биодоступности витамина D. Эффективность разработанной композиции была подтверждена клиническими испытаниями на группе пожилых людей.

В рамках выполнения задания «Особенности получения и использования функциональных компонентов полисахаридной и белковой природы для создания продуктов лечебно-профилактического направления с оптимизированным составом и высокой биологической ценностью» разработана и запатентована новая технология выделения хитин-глюканового комплекса из побочного продукта производства лимонной кислоты биомассы *Aspergillus niger* L-4, с предварительной обработкой хитинсодержащего сырья раствором соляной кислоты и озono-воздушной смесью. Разработаны рецептуры мясных кулинарных и хлебобулочных изделий, содержащих хитин-глюкановый комплекс в качестве функционального ингредиента, обладающего хорошими сорбционными свойствами.

Обширные данные свидетельствуют о многофункциональности и важной роли молочного белка лактоферрина в поддержании здоровья человека, а растущий спрос на натуральные продукты питания также увеличивает важность природных антибиотиков, таких как лактоферрин. На мировом рынке в настоящее время представлены в основном молочные смеси с добавлением лактоферрина, полученного из коровьего и козьего для детей и взрослых. Также лактоферрин используется при производстве йогуртов, мороженого и сыра.

В ходе проведенных исследований по заданию «Оценка антибактериальных и потребительских свойств козьего молока, содержащего человеческий лактоферрин, для разработки продуктов функционального питания» получены данные об антибактериальной активности сухого козьего ГМО молока, изготовленного различными способами сушки в отношении *Escherichia coli* ATCC 25922, а также апробирована возможность производства пищевых продуктов из сухого козьего молока, содержащего человеческий рекомбинантный лактоферрин (рчЛФ) и изучены их потребительские свойства. На основе полученных результатов исследований разработаны предложения о целесообразности использования сухого козьего молока, содержащего человеческий лактоферрин в продуктах функционального питания и рекомендованы наиболее экономически целесообразные метод и режим его сушки, позволяющие в максимальной степени сохранить антибактериальные свойства готового продукта.

Полученные научные знания стимулируют разработку функциональных пищевых продуктов из козьего молока, способствующих укреплению здоровья потребителей. Однако для использования в пищевой промышленности генно-модифицированных продуктов, получаемых от животных со встроеной человеческой ДНК, необходимо проведение дополнительных исследований их безопасности.

Одной из действующих и действенных мер корректировки рациона и профилактики ряда болезней является применение специализированных продуктов питания, с измененным составом, но традиционным вкусом, приносящих дополнительную пользу здоровью благодаря их обогащенному и сбалансированному составу, с учетом рекомендуемых норм суточного потребления нутриентов для различных возрастных групп населения [7].

Использование специализированных пищевых продуктов позволяет оптимизировать лечебный рацион и профилактическое диетическое питание за счет его коррекции в условиях дефицита макро- и микроэлементов, в том числе фитонутриентов. Создание специализированных пищевых продуктов, с одной стороны, направлено на устранение дефицита, а с другой — на обогащение лечебно-профилактических диетических рационов достаточным количеством эффективных ингредиентов, способствующих улучшению функционирования организма [7, 8].

В результате проведенных научных исследований по заданию «Разработка научных подходов к созданию новых видов пищевых продуктов на основе комплекса аминокислот и пептидов для больных фенилкетонурией» разработан компонентный состав адаптированных лечебных смесей на основе аминокислот, витаминов и минералов с учетом возрастных особенностей потребителей и рекомендации для предприятий пищевой промышленности по созданию специализированных продуктов питания с использованием комплекса аминокислот.

Полученные результаты открывают новые возможности для создания пищевых продуктов для больных фенилкетонурией, содержащих в своем составе дополнительные источники белка без фенилаланина, которые позволят снизить потребление сухих аминокислотных смесей, обладающих низкими органолептическими показателями и плохой переносимостью.

Совместно с сотрудниками отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» разработана технология и созданы специализированные продукты питания для больных фенилкетонурией. Проведены исследования эффективности разработанных продуктов с участием здоровых взрослых добровольцев.

Учитывая тот факт, что основу продуктов низкобелковых составляет крахмал, являющийся медленным углеводом, был изучен уровень подъема глюкозы путем постоянного его мониторинга. Установлено, что разработанные продукты не уступают зарубежным аналогам как по качеству используемого сырья, так и по оказываемому действию на организм человека и могут быть рекомендованы для питания детей больных фенилкетонурией в качестве альтернативы продуктам зарубежного производства, закупаемым по импорту.

В настоящее время в Республике Беларусь отмечается рост неинфекционных заболеваний, обусловленных нерациональным питанием населения (ожирение, диабет II типа, артериальная гипертензия, гиперлипидемия и др.), что негативно отражается на средней продолжительности жизни человека. Для снижения риска развития вышеописанных патологий необходимо понять механизмы воздействия пищи на организм человека на клеточном и молекулярном уровнях.

В 2019 году в отделе питания была создана научно-исследовательская лаборатория (НИЛ) функционального питания, основной целью которой является разработка научных подходов к созданию новых видов продуктов питания с учетом индивидуальных особенностей человека и методологии персонализированного питания.

Задачами НИЛ функционального питания являются:

- ♦ проведение научных исследований по оценке функциональности разрабатываемых пищевых продуктов, в том числе продуктов для питания детей, беременных и кормящих женщин, больных с наследственными и алиментарно-зависимыми заболеваниями, продуктов здорового питания, геродиетических продуктов;
- ♦ организация проведения исследований в условиях клиники по оценке эффективности новых видов обогащающих добавок, специализированных пищевых продуктов и диет (для питания детей, беременных и кормящих женщин, продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания, геродиетических продуктов, спортивного питания, функциональных продуктов, биологически активных добавок к пище и др.), направленных на создание и производство высококачественной отечественной пищевой продукции;
- ♦ проведение исследований взаимодействия компонентов системы «человек—продукт питания» с учетом передовых мировых знаний и подходов для выработки рекомендаций по индивидуальному питанию;
- ♦ развитие междисциплинарных исследований в области питания;
- ♦ международное сотрудничество.

Проблема здорового питания состоит в том, что подходящая для одного человека диета может быть не приемлемой для другого, что в значительной степени обусловлено генетическими различиями между людьми [9]. Персонализированное питание предлагает методы и решения, позволяющие понять эти проблемы и предпринять соответствующие шаги. В эпоху индивидуализации этот тренд коренным образом меняет способы употребления пищи. Индивидуальный подход к питанию основан на идее о том, что индивидуальные рекомендации или внесение изменений в рацион могут значительно улучшить состояние здоровья и снизить риск заболеваний сердечно-сосудистой системы, предотвратить развитие ожирения, диабета II типа. Персонализированное питание зависит от двусторонней взаимосвязи между питательными веществами и генами [9–11]. С одной стороны, питательные вещества, которые мы потребляем, могут влиять на то, как функционируют наши гены; с другой стороны, наши гены способны влиять на то, как организм человека реагирует на эти питательные вещества. Для изучения этих взаимосвязей необходимо получение новых знаний о персонализированном питании и области применения индивидуальных рекомендаций по питанию с учетом этнических, генетических, эпигенетических, фенотипических особенностей и традиций национальной кухни [12, 13].

Таким образом, стратегическими направлениями в развитии отдела питания являются:

- ♦ изучение и обобщение современных научных знаний по вопросам персонализированного питания;
- ♦ определение области применения персонализированного питания, разработка подходящих бизнес-моделей, методологии и методов для индивидуального консультирования по вопросам питания;
- ♦ проведение всесторонней оценки возможностей и проблем использования персонализированных моделей питания в будущем;
- ♦ разработка электронных информационных баз и компьютерных программ для составления рекомендаций по персонализированному с использованием диетических, генетических и фенотипических данных;
- ♦ изучение влияния различных уровней персонализированных рекомендаций по питанию на потребителей;
- ♦ исследование отношения потребителей ко всем аспектам персонализированного питания;
- ♦ разработка практических рекомендаций по персонализированному питанию на основе особенностей метаболизма и генетических предрасположенностей.

Заключение. Современная концепция функционального питания рассматривает пищевые продукты не только как источники энергии и пластических веществ, но и обладающие способностью оказывать благоприятное, оздоровительное воздействие на организм человека. Поэтому перспективными направлениями деятельности отдела питания являются получение новых знаний о персонализированном питании и применении индивидуальных рекомендаций по питанию с учетом этнических, эпигенетических, фенотипических особенностей человека, его энтеротипа и химического состава потребляемых им продуктов, а также разработка новых функциональных и специализированных продуктов питания с целью оздоровления населения и увеличения периода активного долголетия. Движущим фактором роста рынка функционального питания станет растущий интерес населения к здоровому образу жизни и выбор специализированных пищевых продуктов, адаптированных к конкретным потребностям каждого человека.

Список использованных источников

1. Герасименко, Н. Ф. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни / Н. Ф. Герасименко, В. М. Поздняковский, Н. Г. Челнакова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. — 2016. — № 4 (12). — С. 52–57.
2. Хуршудян, С. А. Функциональные продукты питания: проблемы на фоне стабильного роста / С. А. Хуршудян // Пищевая технология. — 2009. — № 1. — С. 8–9.
3. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский; под общ. ред. В. Б. Спиричева. 2-е изд. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. — 548 с.
4. Тутельян, В. А. Роль пищевых микроингредиентов в создании современных продуктов питания / В. А. Тутельян, Е. А. Смирнова // Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания: монография; под ред. В. А. Тутельяна, А. П. Нечаева. — М.: ДеЛи плюс, 2014. — С. 10–24.
5. Тихомирова, Н. А. Технология продуктов функционального питания / Н. А. Тихомирова. — М.: ООО ФранЭра, 2002. — 213 с.
6. Дыдыкин, А. В. Функциональное питание — новая концепция здорового образа жизни / А. В. Дыдыкин // Агротехника и технологии. — 2016. — № 3. — С. 24–28.
7. Челнакова, Н. Г. Питание и здоровье современного человека: монография / Н. Г. Челнакова, В. М. Поздняковский. — Ростов-н/Д: Изд-во «Старые русские». — 2015. — 224 с.
8. Бойцова, Ю. С. Специализированные продукты питания в современном мире / Ю. С. Бойцова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2020. — № 3. — С. 51–54.
9. Жминченко, В. М. Современные тенденции исследований в нутрициологии и гигиене питания / В. М. Жминченко, М. М. Гаппаров // Вопросы питания. — 2015. — Т. 84, № 1. — С. 5–13.
10. Васильев, А. В. Нутриметабомика — новый этап развития биохимии питания. Роль нутрипротеомных исследований / А. В. Васильев, Н. Э. Шаранова // Вопросы питания. — 2013. — Т. 82, № 5. — С. 4–9.
11. Giazitzi, K. Personalized Nutrition Recommendations in Food Services / K. Giazitzi // Quality Assurance in the Era of Individualized Medicine. — 2020. — 24 p.
12. Values at stake: autonomy, responsibility, and trustworthiness in relation to genetic testing and personalized nutrition advice / K. Nordström [et al.] // Genes Nutr. — 2013. — Vol. 4:365. — 72 p.
13. Psychological Determinants of Consumer Acceptance of Personalized Nutrition in 9 European Countries / R. Ponnhus [et al.] // PLoS One. 2014;21:9(10).

References

1. Gerasimenko N.F. Zdorovoye pitaniye i yego rol' v obespechenii kachestva zhizni [*Healthy food and its role in ensuring the quality of life*]. Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK — produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2016, vol. 4 (12), pp. 52–57. (in Russian).
2. Khurshudyan S.A. Funktsional'nyye produkty pitaniya: problemy na fone stabil'nogo rosta [*Functional food products: problems against the background of stable growth*] Pishchevaya tekhnologiya = Food technology. 2009, no. 1, pp. 8–9. (in Russian).
3. Spirichev V.B. Obogashcheniye pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiya [*Fortification of food products with vitamins and minerals. Science and technology*]/ under. total. ed. V.B. Spiricheva. Novosibirsk, Sib. UPH, 2005. 548 p. (in Russian).
4. Tutelyan V.A., Smirnova E.A. Rol' pishchevykh mikroingrediyentov v sozdanii sovremennykh produktov pitaniya [*The role of food micro-ingredients in the creation of modern food products*]. Food ingredients in the creation of modern food products. Moscow, DeLi plus Publ. 2014, pp. 10–24. (in Russian).
5. Tikhomirova N.A. Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [*Technology of functional food products*]. M., OOO FranEra Publ., 2002. 213p. (in Russian).
6. Dydykin A.V. Funktsional'noye pitaniye — novaya kontseptsiya zdorovogo obraza zhizni [*Functional food — a new concept of a healthy lifestyle*]. Agrotekhnika i tekhnologii = Agrotechnics and technologies, 2016, no. 3, pp. 24–28. (in Russian).
7. Chelnakova N. G., Poznyakovskiy V. M. Pitaniye i zdorov'ye sovremennogo cheloveka: monografiya [*Nutrition and health of a modern person: monograph*]. Rostov-n / D. Publishing house «Old Russians», 2015. 224 p. (in Russian).
8. Boytsova Y. S. Spetsializirovannyye produkty pitaniya v sovremennoy mire [*Specialized food products in the modern world*]. Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2020, no. 3, pp. 51–54. (in Russian).
9. Zhminchenko V. M. Sovremennyye tendentsii issledovaniy v nutritsiologii i gigiyene pitaniya [*Modern trends in research in nutritional science and nutritional hygiene*] Voprosy pitaniya = Nutritional issues. 2015, vol. 84, no. 1, pp. 5–13. (in Russian).
10. Vasiliev A.V., Sharanova N.E. Nutrimetabolomika — novyy etap razvitiya biokhimii pitaniya. Rol' nutriproteomnykh issledovaniy [*Nutrimetabolomics is a new stage in the development of nutritional biochemistry. The role of nutriproteomic studies*]. Voprosy pitaniya = Nutritional issues. 2013, vol. 82, no. 5, pp. 4–9.
11. Giazitzi K. *Personalized Nutrition Recommendations in Food Services*. Quality Assurance in the Era of Individualized Medicine, 2020. 24 p.
12. Nordström K., Juth N., Kjellström S., Meijboom Franck L. B., Gurman U. *Values at stake: autonomy, responsibility, and trustworthiness in relation to genetic testing and personalized nutrition advice*. Genes Nutr, 2013; 4:365–72 p. DOI:10.1007/s12263-013-0337-7.
13. Ronnhos R., van der Lans I.A., Rankin A. [et al.] *Psychological Determinants of Consumer Acceptance of Personalized Nutrition. 9 European Countries*. PLoS One. 2014. 21:9(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0110614

Информация об авторах

Белякова Наталья Иосифовна — кандидат медицинских наук, начальник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: n_belyakova@tut.by

Шилов Валерий Викентьевич — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by.

Журня Анна Александровна — научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by.

Information about authors

Belkova Natallia Iosifovna — Ph.D. (medicine), Head of food department of the Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE (Kozlova st. 29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: n_belyakova@tut.by

Shylau Valery Vikentievich — Ph.D. (biology), Senior Researcher of the Nutrition Department of RUE «Scientific and Practical Center for Food of the National Academy of Sciences of Belarus (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by.

Zhurnia Anna Alexandrovna — Researcher of the Nutrition Department of the RUE «Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus for Food» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by.

УДК 664.8036:62
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-37-45

Поступила в редакцию 02.04.2021
Received 02.04.2021

Л. М. Павловская, Л. А. Гапеева

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

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ — ЗАЛОГ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье изложены наиболее весомые результаты в области фундаментальных исследований основных технологических процессов консервирования фруктов и овощей учеными РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и их практическое значение для предприятий республики.

Ключевые слова: фундаментальные исследования, стерилизация консервов, процесс заморозки, стабилизационные системы, рекомендации, инструкция по технологическому учету и нормированию, консервированная продукция, нормы расхода.

L. M. Paulouskaya, L. A. Hapeyeva

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

THE DEVELOPMENT OF THE THEORY OF FOOD PRESERVATION IS THE KEY TO IMPROVING THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Abstract. The article presents the most significant results in the field of fundamental research of the main technological processes of fruit and vegetable canning by scientists of the RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” and their practical significance for enterprises of the republic.

Keywords: basic research, canned food sterilization, freezing process, stabilization systems, recommendations, instructions for technological accounting and rationing, canned products, consumption rates.

Введение. Фундаментальными исследованиями в области консервирования плодоовощной продукции ранее в республике практически не занимались. Во времена Советского Союза отраслевые базовые научные учреждения в основном располагались в южной зоне страны, где были сконцентрированы гиганты промышленной переработки плодоовощного сырья. При Министерстве пищевой промышленности БССР и Союзе кооператоров существовали отраслевые лаборатории, выполнявшие контрольные функции за соблюдением технологии, расходом сырья и материалов, оказывавшие практическую помощь при постановке новой продукции на производство.

После распада Советского Союза техническая база абсолютного большинства предприятий была изношена полностью, традиционные рынки сбыта продукции были утрачены. Реализовать выпускаемый объем однотипной продукции в неинтересной по дизайну таре на территории республики было невозможно.

Поистине революционными можно назвать меры технического перевооружения ведущих предприятий отрасли, реализованные в рамках Программы развития плодоовощных консервов в Республике Беларусь на 2006–2010 годы. Вложенные в развитие отрасли 415,4 млрд. руб. позволили удвоить производственные мощности. Новые цеха были построены и оснащены оборудованием европейского уровня на базе устаревших, физически изношенных производств Быховского консервно-овощесушильного завода, Гродненского консервного завода, Барановичского пищевого комбината, Стародорожского плодоовощного завода, Ляховичского консервного завода, Столбцовского плодоовощного завода, КСУП «Брилево», Домановичского консервного завода. Техническое перевооружение затронуло ряд предприятий отрасли, которые осуществили замену устаревшего оборудования технологическими линиями и участками, обеспечивающими выпуск основных видов продукции (Туров, Горынь, Клецк, Глубокое, Ельск, Молодечно).

Эти преобразования коренным образом изменили предприятия консервной отрасли. Из предприятий с применением большого объема физического труда, с огромной зависимостью качества работ от человеческого фактора, отечественная промышленность превратилась в высокоиндустриальное современное производство с использованием автоматизированных систем управления ведущими процессами. Появилась возможность гарантированной точности выполнения операций, лежащих в основе формирования заданных показателей качества продукции.

Установка высокоточного, энергоемкого оборудования сформировала новые запросы производителей к ученым в области расширения знаний физики процессов, их оптимизации с целью улучшения качества продукции и более рационального использования сырьевых ресурсов, тепло- и электроэнергии, водопотребления.

Свою достаточно серьезную роль в развитии теории процессов консервирования сыграло укрепление исследовательской базы Центра по продовольствию, который стал базовым научным учреждением для всех отраслей пищевой промышленности республики. Испытательная база Центра была оснащена высокоточным оборудованием, способным выполнять большой комплекс исследований по широкому кругу показателей. Появилась возможность моделировать основные производственные процессы в лабораторных условиях, были приобретены портативные приборы, позволяющие осуществлять измерение необходимых физических показателей в условиях реального производства с выездом ученых и специалистов Центра на предприятия республики.

Все это создало условия для проведения фундаментальных исследований процессов, лежащих в основе консервирования пищевых продуктов.

Проводимые исследования можно классифицировать по направлениям консервирования: заморозка, ферментирование, использование химических консервантов и термическая стерилизация. Основная цель процесса консервирования — обеспечение сохранности продукта в течение срока годности за счет уничтожения или угнетения активности микрофлоры — возбудителей порчи продукта, а также опасной для здоровья человека. Также проводились исследования по улучшению имиджевой составляющей продукции, направленной на формирование у потребителя устойчивого спроса на продукт вследствие гарантии функциональных свойств продукции, либо получение гарантированных ожидаемых потребительских характеристик.

Особую актуальность приобрели вопросы рационального использования сырьевых ресурсов, их учет, технологическая и экономическая обоснованность потерь в производственном цикле. Этому направлению также уделено самое пристальное внимание.

Наиболее весомые результаты проведенных исследований, заслуживающие внимание не только исследователей, но и специалистов-промышленников рассмотрим ниже.

Результаты исследований и их обсуждение. Холодильная технология — прикладная отрасль знания, имеющая дело с очень сложными объектами, взаимосвязанными процессами и явлениями. Развитие и совершенствование процессов и технических средств холодильной технологии не может быть реализовано без углубления представлений о свойствах пищевых продуктов, о влиянии на них внешних воздействий и о возможных методах создания максимально благоприятных условий, способствующих сохранению питательной ценности продуктов [1].

Исследования в области заморозки пюреобразных фруктовых и овощных продуктов в республике проводились впервые и были направлены на изучение термодинамики проникновения холода в гомогенную среду продукта в зависимости от сортовых особенностей сырья и анализ физико-химических показателей продукта. Скорость проникновения холода в продукт изучалась в зависимости от содержания растворимых сухих веществ, титруемой кислотности, реологических характеристик. Оценка значимости этих факторов на скорость замораживания показала, что определяющим среди них является титруемая кислотность.

Полученные экспериментальные зависимости указывают, что конструктивные особенности морозильного оборудования и способ заморозки — очень важный фактор в физике процесса. Для разработки оптимальных режимов заморозки, направленных на получение продукта высокого качества с наименьшими энергозатратами, требуется индивидуальный подход для каждого конкретного предприятия.

Параллельно проводились исследования степени отмирания типичной микрофлоры продукта в процессе заморозки. Главным итогом исследований стал вывод о том, что процесс замораживания не может полностью освободить продукт от имеющейся микрофлоры. Ее жизнедеятельность восстанавливается, как только создаются благоприятные условия. На замороженных продуктах было обнаружено около 100 видов микроорганизмов. Это позволило выработать конкретные рекомендации для предприятий отрасли, в основе которых лежат меры по повышению общей санитарной культуры подготовки и переработки сырья, условий производства, которые были изданы и переданы для практического руководства специалистам консервной отрасли.

Квашение и соление овощей — способы переработки растительного сырья, основанные на молочнокислом сбраживании сахаров. Молочнокислые бактерии в результате своей жизнедеятельности приводят к накоплению молочной кислоты в сбраживаемом продукте, которая, в свою очередь, с повышением концентрации оказывает консервирующее действие. Уже в концентрации 0,5 % она тормозит развитие многих вредных микроорганизмов [2].

Для нашей республики соление и квашение являются традиционными способами сохранения овощей, а полученный продукт занимает одно из значимых мест в структуре питания населения.

Традиционно процессы ферментирования проходят спонтанно в процессе развития «дикой микрофлоры», изначально присутствующей на овощах в обычных условиях. Была поставлена задача: придать в определенной степени управляемость этим процессам за счет технологических факторов и введения в продукт чистых культур молочнокислой микрофлоры *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*. Исследования проводились с использованием образцов различных сортов капусты, огурцов, моркови, свеклы, перца. Контрольными показателями являлись концентрация накопленной в продукте молочной кислоты, а также органолептические характеристики, для сравнительного анализа которых строились профилограммы. Определяющими технологическими факторами стали температурные параметры процессов брожения во времени, а также концентрация соли и добавляемого сахара, активность воды. В лабораторных условиях проведена экспериментальная работа по подбору и изучению различных вариаций состава продукта, условий брожения, вида вносимых ингредиентов. Результаты исследований представлены графиками и диаграммами, наглядное отображение одной из них отражено на рис. 1.

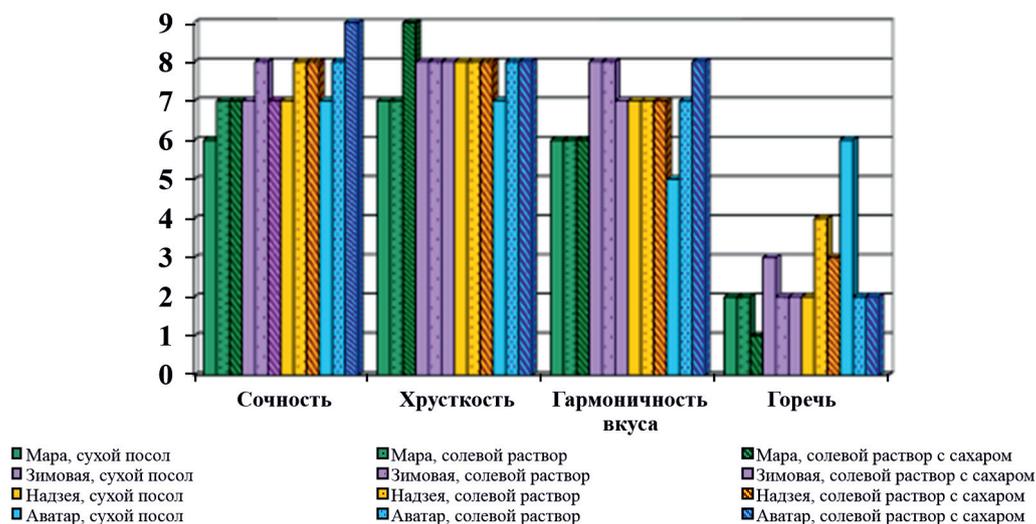


Рис. 1. Среднее значение дескрипторов капусты разных сортов, ферментированных разными видами посола

Fig. 1. Average value of cabbage descriptors of different varieties fermented with different types of salting

По итогам работы были подготовлены и изданы «Рекомендации по использованию чистых культур молочнокислых бактерий в процессе соления и квашения овощей», в которых наряду с предлагаемым выбором чистых культур молочнокислых бактерий и их концентраций для ферментирования конкретных видов сырья большое внимание уделено условиям и режимам квашения и соления.

Очищенные подготовленные овощи — это новый сегмент пищевой консервированной продукции, вышедшей на рынок республики буквально в последние годы. Это нетрадиционный для отечественного потребителя продукт, который с трудом отвоевывает себе место на рынке. Вместе с тем все ускоряющийся ритм жизни современного человека, «открытость рынка» способствуют укреплению его позиций. Встал вопрос о глубоком изучении процессов продления сроков годности подготовленных полуфабрикатов за счет технологических приемов обработки овощей пищевыми добавками.

Проводимые исследования с такими пищевыми добавками, как пиросульфит натрия, аскорбиновая и лимонная кислоты, низин, хитозан, сорбиновая, молочная и яблочная кислоты, показали возможность получения продукции с пролонгированными сроками годности. Вместе с тем было доказано, что большое значение для сохранности продукта имеют характеристики упаковочных материалов, особенно кислородо- и паропроницаемость. Барьерные свойства упаковки зачастую являются определяющими [3]. Исследование упаковочных материалов, применяемых при консервировании, является весьма перспективным направлением в дальнейшем.

Результаты проведенных исследований по применению пищевых добавок для обработки овощей были положены в основу промышленной технологии производства очищенных подготовленных овощей, которая внедрена на КСУП «Комбинат «Восток», СПК им. В.И. Кремко, ряде фермерских хозяйств республики.

Процессы термической стерилизации занимают определяющее место в исследованиях ученых и специалистов отдела консервирования Центра не только потому, что этот процесс максимально используется практически всеми специализированными предприятиями республики при производстве консервов, но и является основополагающим для обеспечения микробиологической безопасности продукции. Развитию этого направления было посвящено ряд фундаментальных исследований. Изучение процессов стерилизации проводилось как для продуктов, фасованных в разные виды и типы упаковок, так и для продуктов, стерилизуемых в потоке с последующим розливом в асептических условиях или в условиях горячего розлива.

Для моделирования процессов стерилизации в лабораторных условиях был приобретен и установлен лабораторный автоклав фирмы Lagarde (Франция), позволяющий проводить процесс в заданном режиме: «пар-воздух» или «пар-вода». Такая возможность позволяет максимально приблизить режим исследования к промышленным условиям, где эксплуатируются автоклавы как с водяной, так и с паровой стерилизующей средой. Кроме того, автоклав оснащен четырьмя датчиками температуры продукта с трансляцией результатов в on-line режиме и системой регистрации Samanta, что позволило проводить исследования как четырех разных упаковок одновременно, так и снимать характеристики в четырех точках одной упаковки и получать картину распространения температурного поля в упаковке с конкретным продуктом.

Беспроводная система сбора данных изменения температуры и давления в процессе стерилизации Ellab (Дания) позволила осуществлять замеры данных параметров не только в лабораторных образцах, но и проводить проверку разрабатываемых режимов в условиях реального производства с учетом конструктивных особенностей эксплуатируемого стерилизационного оборудования, температурной неравномерности распределения тепла в аппарате. Такие исследования дали возможность научного обоснования 1946 режимов. Схематично разработанные режимы по видам стерилизационного оборудования представлены на рис. 2.

<p>68 режимов Пастеризатор непрерывного действия</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 68 – для упаковки с резьбовым способом укупорки
<p>28 режимов Пневмогидростатический стерилизатор "Hunister"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 8 – для упаковки с резьбовым способом укупорки • 20 – для металлической банки
<p>427 режимов Вертикальные автоклавы: водяной, паровой, с электрическим нагревом</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 180 – для упаковки с обкатным способом укупорки • 158 – для упаковки с резьбовым способом укупорки • 30 – для металлической банки • 53 – для стеклобанки с крышкой-ПТ
<p>1348 режимов Горизонтальные автоклавы</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 248 – для упаковки с обкатным способом укупорки • 781 – для упаковки с резьбовым способом укупорки • 120 – для металлической банки • 182 – для стеклобанки с крышкой-ПТ • 8 – для пакетов типа Дой Пак • 6 – для пакетов типа Пауч • 3 – для стеклобанки и стеклокрышки с зажимом RR-80
<p>75 режимов Стерилизация в потоке</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 45 – для упаковки типа Тетра Пак • 18 – для пакетов типа Пауч • 2 – для асептических крупногабаритных пакетов • 10 – для упаковки Bag-in-Box

Рис.2. Режимы по видам стерилизационного оборудования

Fig. 2. Modes by type of sterilization equipment

Обобщенный и систематизированный материал по разработке режимов стерилизации нашел отражение в «Методических указаниях по разработке научно-обоснованных режимов стерилизации и пастеризации плодоовощных консервов» и Дополнении к ним. Документы содержат процедурные положения, математический расчетный аппарат, справочные материалы для научного обоснования режимов стерилизации как упакованного продукта, так и его поточной обработки.

Проводимые исследования по разработке подходов двухэтапной стерилизации продукта (в потоке, а затем в упаковке), внесли существенный вклад в развитие теории стерилизации гомогенной консервированной продукции. Применение такого метода термической обработки позволяет значительно снизить температурную нагрузку на продукт, в сравнении с классической стерилизацией продукта в упаковке, так как промышленная стерильность продукта уже достигается на первом этапе за 1–3 минуты. Параметры стерилизации в таре на втором этапе ориентированы на вторичную микрофлору, привносимую с упаковкой, разливочным оборудованием и другими внешними факторами. Вторичная микрофлора менее термостойкая, и применяемый режим второго этапа всегда намного мягче, чем при одноступенчатой стерилизации [4]. Этот принцип реализован на предприятиях детского питания при выпуске продукции в пакеты из комбинированных материалов типа Пауч.

Большие экспериментальные наработки при исследовании процессов термической стерилизации позволили разработать концепцию объемной летальности микроорганизмов, наметить пути совершенствования процессов стерилизации, отличающиеся от классических подходов в разработке по критерию наименее прогреваемой точки. Это более высокий уровень ведения процесса. Главная цель его — обоснование минимального, но достаточного температурного воздействия на продукт, обеспечивающего промышленную стерильность и максимальную сохранность полезных нативных веществ и биологически активных соединений. На данном этапе техническое состояние стерилизационной базы большинства предприятий отрасли позволяет реализовать такую задачу. На наш взгляд, недалеко то время, когда обоснование режимов можно будет с достаточной степенью надежности производить по-новому.

Серьезным подспорьем для системы научного обоснования разработки режимов стало создание справочных таблиц термоустойчивости отдельных видов микроорганизмов для основных групп консервов. Они были составлены на основе экспериментальных исследований и данных доступной научной информации и содержат сведения о термочувствительности широкого круга микроорганизмов — типичных представителей микрофлоры основных групп продукции, которые при расчете режимных параметров можно определить как тест-микроорганизмы [5].

Жизнью была продиктована потребность в расширении знаний в области улучшения качественных характеристик продуктов, связанных с позитивным восприятием их потребителем. Немаловажным фактором в необходимости проведения такого рода исследований является также развитие международных связей, расширение рынков сбыта отечественной продукции, что стимулирует изучение накопленного зарубежного опыта и проведение гармонизации отечественной нормативной документации с действующими европейскими и международными требованиями и методами мировой практики [6]. Был проведен целый ряд исследований, направленных на стабилизацию агрегатного состояния систем «жидкость — твердое вещество», сохранение консистенции фруктов и овощей при термической обработке за счет введения уплотнителей структуры, формирование продукта с заданными критериями качества.

В процессе многократных опытов были подобраны стабилизационные системы, позволяющие равномерно удерживать взвешенные частицы мякоти в жидкой среде сока, формировать буферные системы органических кислот продукта и их солей, подобраны виды уплотнителей и их необходимые концентрации для обработки сырьевых компонентов, наиболее чувствительных к действию высоких температур.

Все полученные результаты анализировались и обобщались и были изданы в виде практических рекомендаций для специалистов перерабатывающих предприятий.

Большим подспорьем при проектировании продуктов с заданными критериями качества стала разработанная в рамках фундаментальных исследований компьютерная программа, позволяющая создавать базовые рецептуры продуктов с желаемыми характеристиками. Диалоговое окно программы представлено на рис. 4.

Она позволяет сокращать время разработчиков при проектировании рецептур, предложить многовариантность и исключить варианты, несовместимые с задачей исследований. В последние годы с использованием программы специалистами отдела разрабатывались почти все новые многокомпонентные продукты как для общего, так и для детского питания. Созданные с использованием программы базовые рецептуры корректировались в дальнейшем для достижения необходимых органолептических характеристик продукта. Таким образом, программа может гарантировать выход определяющих качественных критериев проектируемого продукта на заданный уровень, а задача

специалистов — незначительно скорректировать состав для улучшения органолептического восприятия продукта.



Рис. 3. Профилограмма органолептических показателей черничного варенья с хлоридом кальция
 Fig. 3. Profilogram of organoleptic parameters of blueberry jam with calcium chloride

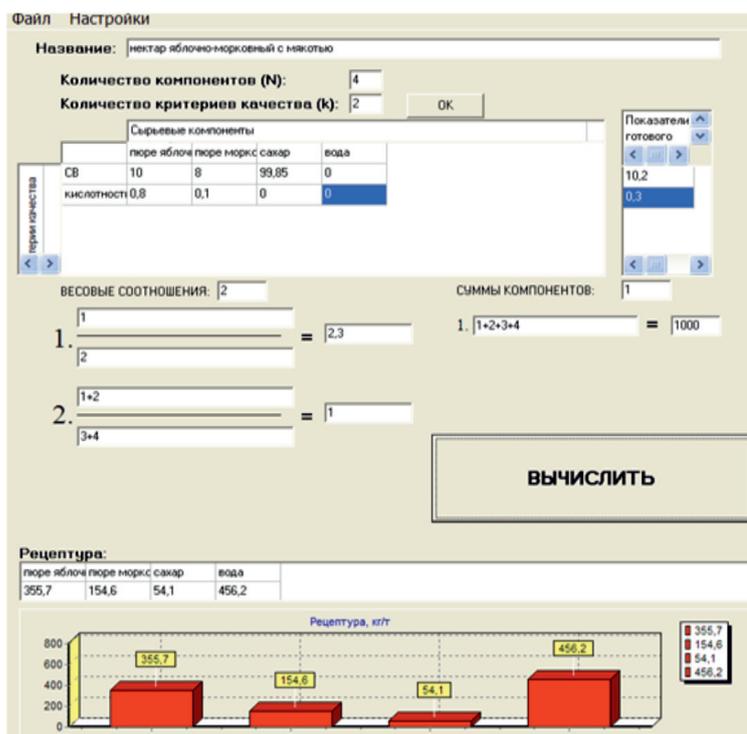


Рис. 4. Диалоговое окно программы MatModel
 Fig. 4. MatModel dialog box

Особое место в совершенствовании процессов консервирования занимает направление нормирования сырьевых ресурсов, которое лежит в основе экономного, рационального их использования на каждой технологической операции.

В результате проведенного анализа существующих среднеотраслевых норм потерь было выявлено:

- ♦ в республике отсутствует единый утвержденный документ, регламентирующий уровень потерь и отходов сырья и материалов;

- ♦ существующие нормы отходов учитывают процессы, выполняемые на устаревшем оборудовании, и в основном, касаются первичной подготовки сырьевых компонентов;
- ♦ не отражены уровни отходов и потерь при производстве продукции на поточных линиях;
- ♦ отсутствуют нормы потерь и отходов при производстве новых групп продуктов: наполнителей для молочных продуктов, термостабильных начинок, овощей в вакуумной упаковке и др.;
- ♦ отсутствуют нормы потерь при заморозке плодоовощного сырья.

Для разработки новой методологической базы нормирования была проделана не только большая аналитическая работа по изучению имеющегося нормативного материала, но и проведены контрольные проверки выхода готовой продукции и пооперационных отходов и потерь сырья на предприятиях-соисполнителях задания: КСУП «Брилево», ОАО «Горьинский агрокомбинат», РУП «Толочинский консервный завод», ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод». Закладки опытных партий позволили установить либо уточнить методологические подходы в определении норм отходов и потерь для основных видов фруктового и овощного сырья при производстве распространенных групп консервируемой продукции, в том числе замороженной и ферментированной.

Для плодоовощной консервной отрасли характерно использование специализированного оборудования, а также законченный технологический цикл — от приемки сырья до отгрузки готовой продукции. Процесс производства консервированной продукции поточный и состоит из тесно взаимосвязанных между собой операций — обработка сырья, подготовка упаковки, фасование и укупорка продукции, стерилизация [6].

При разработке методологии нормирования была установлена большая зависимость норм расходов от технологических особенностей производства отдельных ассортиментных групп для фруктовых консервов. При выпуске овощных консервов эта зависимость обусловлена в значительной степени видом перерабатываемого сырья.

При производстве яблочного сока-полуфабриката и сока прямого отжима на практике была опробована методика учета сока в объемных единицах с переводом в весовые с учетом растворимых сухих веществ и кислотности по разработанным ранее специалистами Центра таблицам, обобщающим результаты многочисленных экспериментов.

Изучена возможность учета соковой продукции на линии поточной стерилизации с асептическим розливом и предложена методика, коренным образом отличающаяся от системы учета с использованием стерилизации продукта в упаковке.

Особенности учета новой для отрасли ассортиментной группы стерилизованных овощей в полимерной упаковке изучались при производстве консервов «Овощи гарнирные». Здесь выявлена зависимость, не присущая другим видам традиционных овощных консервов: при производстве консервов в мягкой упаковке без заливки на операции стерилизации происходит уваривание продукта с выделением сока в упаковке, который не используется в качестве основного компонента и требует пересмотра классического подхода в определении рецептурной закладки.

Установлено, что выделение отдельных операций для учета часто невозможно из-за конструктивных особенностей линий подготовки сырья, особенно это присуще комплексам по паротермической очистке, бланширователям и шпарителям.

Особенностью изготовления высокосахаристой продукции, томатопродуктов, соковой продукции является влияние качества сырья, прежде всего содержание растворимых сухих веществ, на выход готовой продукции, ее показатели и себестоимость.

Для учета этих и других закономерностей нормирования при производстве консервированных продуктов был разработан и систематизирован математический аппарат. Методология нормирования расхода сырья, потерь и отходов на технологических операциях описана в виде математических зависимостей основных показателей, используемых при нормировании выхода продукта отходов и потерь по технологическим операциям и в целом по технологическим линиям и представлена в виде таблицы, включающей около 50 формульных зависимостей, подготовлены 7 справочных приложений.

Обобщенные результаты проведенных исследований были положены в основу инструкции по технологическому учету и нормированию в производстве консервированной продукции (рис. 5). Она определяет основные принципы и задачи нормирования, методологические подходы по учету консервированной продукции, принципы организации работ по нормированию, функции и задачи структурных подразделений предприятия.

Использование инструкции по технологическому учету и нормированию в производстве консервированной продукции предприятиями отрасли позволит организовать процесс учета произведенной продукции и нормирования используемых в производстве материалов единообразно для всех предприятий с применением научно обоснованной методологии, с учетом разработанных рекомендаций для минимизации потерь сырья при производстве отдельных видов продукции.



Рис. 5. Инструкция по технологическому учету и нормированию в производстве консервированной продукции

Fig. 5. Instructions for technological accounting and rationing in the production of canned products

Заключение. В основе совершенствования теории консервирования лежит изучение причинно-следственных связей и углубление знаний в области физики основных процессов, а также решение актуальных запросов промышленного производства. Динамика и направления развития научных исследований в области консервирования пищевых продуктов в значительной степени обусловлены технической и кадровой готовностью предприятий консервной отрасли к дальнейшему совершенствованию, возможностями и уровнем научного потенциала. Своевременно среагировать на возникшие проблемы, дать объективную оценку происходящим процессам на основе анализа и обобщения экспериментальных данных и предложить конкретные рекомендации повышения эффективности производства, улучшения качества продукции — важнейшая задача для ученых-отраслевиков.

Список использованных источников

1. Совершенствование технологических процессов переработки плодов и овощей (рекомендации) / Л.М. Павловская [и др.]; под общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: ИВЦ Минфина, 2014. — 120 с.
2. Технология консервирования растительного сырья: учебник для вузов/ Э.С. Гореньков [и др.]. — СПб.: ГИОРД, 2014. — 320 с.
3. Исследование бактериостатического эффекта растворов пищевых добавок, используемых для обработки овощных смесей, упакованных под вакуумом: отчет о НИР / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. темы Е.С. Кизеева. — Минск, 2017. — 50 с.
4. Разработка научно-обоснованных рекомендаций по подбору параметров двухэтапной стерилизации гомогенного продукта: отчет о НИР (заключ.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. темы Л. М. Павловская. — Минск, 2010. — 154 с. — № ГР 20101333.
5. Справочная таблица термоустойчивости отдельных видов микроорганизмов для основных групп консервов; авт.-сост. Л.М. Павловская, Р.Н. Кушнер; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск, 2018. — 27 с.
6. Минковская, Ю. В. Совершенствование оперативного учета материальных затрат / Ю.В. Минковская // Научно-практический журнал Вестник БГЭУ. Проблемы учета, анализа, аудита и статистики — 2008. — № 5. — С. 70–74.

References

1. Pavlovskaya L. M. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov pererabotki plodov i ovoshchej (rekommendacii) [*Improvement of technological processes of fruit and vegetable processing (recommendations)*], Minsk, IVC Minfina, 2014, p. 120.

2. Goren'kov E.S. Tekhnologiya konservirovaniya rastitel'nogo syr'ya: uchebnik dlya vuzov [*Technology of preserving vegetable raw materials: textbook for universities*], St. Petersburg, GIORD, 2014, p. 320.
3. Issledovanie bakteriostaticheskogo effekta rastvorov pishchevyykh dobavok, ispol'zuemykh dlya obrabotki ovoshchnyykh smesej, upakovannykh pod vakuomom: otchet o NIR [*Investigation of the bacteriostatic effect of solutions of food additives used for processing vegetable mixtures packed under vacuum: research report*], Minsk, 2017, p. 50.
4. Razrabotka nauchno-obosnovannykh rekomendacij po podboru parametrov dvuhetapnoy sterilizatsii gomogenogo produkta: otchet o NIR (zaklyuch.) [*Development of scientifically-based recommendations for the selection of parameters for two-stage sterilization of a homogeneous product: research report (conclusion.)*], Minsk, 2010, p. 154.
5. Pavlovskaya L. M. Spravochnaya tablica termoustojchivosti otdel'nykh vidov mikroorganizmov dlya osnovnykh grupp konservov [*Reference table of thermal stability of individual types of microorganisms for the main groups of canned food*], Minsk, 2018, p. 27.
6. Minkovskaya Y. V. Sovershenstvovanie operativnogo ucheta material'nykh zatrat [*Improving operational accounting of material costs*] Nauchno-prakticheskij zhurnal Vestnik BGEU. Problemy ucheta, analiza, audita i statistiki [*Scientific and practical journal Bulletin of BSEU. Problems of accounting, analysis, audit and statistics*], Minsk, 2008, pp. 70–74.

Информация об авторах

Павловская Людмила Михайловна — начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: conserv-npc@tut.by

Ганеева Людмила Александровна — научный сотрудник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 203sok@tut.by

Information about authors

Paulouskaya Liudmila Mikhailovna — Head of the Department of the Technologies of Canned Food Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: conserv-npc@tut.by

Hapeyeva Liudmila Alexandrovna — Research Worker of the Department of the Technologies of Canned Food Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: 203sok@tut.by

УДК 664.149+664.68
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-46-59](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-46-59)

Поступила в редакцию 26.04.2021
Received 26.04.2021

К. Н. Гершончик, В. Н. Бабодей, Т. В. Шугаева, С. Н. Вислоухова, С. Е. Томашевич

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

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И НАПРАВЛЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. В статье представлены основные результаты фундаментальных исследований, проводимых специалистами группы по кондитерской отрасли отдела технологий кондитерской и масложировой продукции в 2008–2020 гг. Изучен химический состав и технологические свойства растворимых пищевых волокон — инулина и олигофруктозы, а также источника инулина — топинамбура, определены оптимальные их дозировки при изготовлении зефира, позволяющие достичь технологических эффектов и обогатить готовую продукцию пищевыми волокнами. Изучен состав побочного продукта масложирового производства — льняного жмыха, а также его влияние на показатели качества печенья. Установлены оптимальные дозировки льняного жмыха, позволяющие улучшить пищевую и биологическую ценность печенья. Изучена возможность применения муки из твердых сортов пшеницы при изготовлении галет. Представлены результаты исследований процесса протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья, позволяющие установить оптимальные дозировки ферментного препарата протеолитического действия, сахара и жира в рецептуре. На основании результатов исследований реологических свойств сиропов для батончиков-мюсли и структурно-механических свойств готовых изделий установлено соотношение мальтита и мальтитного сиропа в рецептуре батончиков-мюсли для диетического питания.

Ключевые слова: кондитерские изделия, зефир, печенье, батончики-мюсли, пищевые волокна, подсластители, льняной жмых, пищевая ценность, биологическая ценность.

K. N. Gershonchik, V. N. Babodey, T. V. Shugaeva, S. N. Vislouhova, S. E. Tomashevich

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

THEORETICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF CONFECTIONERY PRODUCTS OF INCREASED NUTRITIONAL VALUE AND DIRECTED EFFICIENCY

Abstract. The article presents the main results of fundamental research carried out by specialists of the group for the confectionery industry of the technology confectionery and oil and fat products department in 2008–2020. The chemical composition and technological properties of soluble fibers — inulin and oligofructose, as well as the source of inulin — Jerusalem artichoke, have been studied, their optimal dosages in the manufacture of zephyr have been determined, allowing to achieve technological effects and enrich the finished product with food fibers. Studied the composition of the linen cake and its influence on the quality of biscuits. The optimal dosages of linen cake have been established to increase the nutritional and biological value of the biscuits. The possibility of using durum wheat flour in the manufacture of biscuits has been studied. Influence of proteolytic enzyme, sugar and fat on protein proteolysis in confectionary dough for production of soluble biscuits is studied. It is defined that sugar and fat reduce speed of protein proteolysis, at that sugar has more inactivate ability. Optimal quantity of proteolytic enzyme is 0,15 % to mass of wheat flour. The rheological properties of syrups based on sweeteners for muesli bars have been investigated. Established the ratio of maltitol and maltitol syrup in the recipe for muesli bars for diabetic nutrition.

Keywords: confectionery, zephyr, biscuit, muesli bars, food fibers, sweeteners, linen cake, nutritional value, biological value.

Введение. Усиление тренда здорового образа жизни и, соответственно, здорового питания обуславливает проведение научных разработок, направленных на повышение пищевой ценности продуктов питания и придание им специальных свойств.

Для реализации данных задач особая роль отводится разработке качественно новых видов пищевой продукции, обогащенной функциональными ингредиентами, специализированных продуктов питания, продуктов функционального назначения, в том числе для питания различных категорий населения. Эти же задачи входят в ряд приоритетных направлений развития кондитерской отрасли.

Основными видами сырья, используемыми в кондитерской отрасли, являются сахар, жиры, мука, какао-продукты, поэтому кондитерские изделия зачастую имеют высокую калорийность и низкую пищевую ценность. Однако ввиду вкусовых свойств они являются популярными среди населения.

При создании функциональных кондитерских изделий требуется целенаправленное изменение их химического состава, чтобы максимально приблизить его к требованиям теории сбалансированного питания, сохранив при этом традиционные органолептические показатели, свойства и структуру.

В связи с этим основными направлениями научных исследований в области технологий производства кондитерских изделий являются:

- ♦ изучение технологических и функциональных свойств сырьевых ингредиентов, обладающих потенциалом для повышения пищевой ценности кондитерских изделий или придания им заданных свойств путем частичной или полной замены традиционно используемых сырьевых ингредиентов; определение пищевой ценности новых видов кондитерских изделий;
- ♦ разработка кондитерской продукции, специально предназначенной для питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста, которая по рецептурному составу, пищевой ценности, показателям качества и безопасности соответствует требованиям, установленным к продукции для детского питания, а также отвечает возрастным физиологическим возможностям детского организма;
- ♦ разработка кондитерской продукции, предназначенной для питания при сахарном диабете для коррекции углеводного обмена веществ, в которой снижено или полностью исключено содержание моно- и дисахаридов.

Цель работы — разработка научных основ производства кондитерских изделий повышенной пищевой ценности и направленной эффективности для питания различных категорий населения.

Методы исследований. Исследования проводили в отделе технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в 2008–2020 гг.

Методы исследований: стандартные методы исследований массовой доли влаги, содержания белка, жира, аминокислотного, жирнокислотного, минерального состава, показателей безопасности пищевых продуктов.

Определение прочности студней агара и инулина, пластической прочности зефира и теста, предела прочности печенья осуществляли с использованием Структурометра СТ-1М и анализатора текстуры «Brookfield СТ3». Состав белковых фракций кондитерского теста изучали методом SDS-электрофореза в полиакриламидном геле. Микроструктурный анализ теста проводили на растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6510 LV. Реологические свойства теста изучали на приборе альвеограф. Вязкость сиропов определяли на ротационном вискозиметре «Reolab QC». Формоустойчивость, адгезионную прочность и предел прочности батончиков-мюсли определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТ3» [1–3].

С целью реализации первого направления научных исследований — повышения пищевой ценности кондитерских изделий — проведены исследования по изучению влияния функциональных добавок и нетрадиционных сырьевых ингредиентов на показатели качества кондитерской продукции.

Одним из первых фундаментальных исследований было изучение влияния *растворимых пищевых* на процессы структурообразования сбивных кондитерских масс.

Растворимые пищевые волокна являются перспективными функциональными ингредиентами, которые выполняют в организме роль пребиотиков, предупреждают развитие либо устраняют дисбактериоз кишечника, корректируют метаболизм, укрепляют иммунитет. В качестве источников пищевых волокон применялось натуральное отечественное растительное сырье: порошок топинамбура, содержащий $50 \pm 1,0$ % инулина, а также пищевые волокна в виде инулина и олигофруктозы.

Анализ химического состава порошка топинамбура сорта «Находка», культивируемого и перерабатываемого в Беларуси в промышленных масштабах, показал, что по количеству инулина, клетчатки, минеральных веществ (калия, кальция, магния, железа), а также по величине аминокислотного сора исследуемый образец превосходит среднестатистические данные в 1,1–4,2 раза.

Из литературы известно, что инулин оказывает влияние на прочность студней гидроколлоидов. Поскольку процесс получения зефира связан с процессами структурообразования зефирной массы в результате студнеобразования агара, изучено влияние инулина на прочность агаровых студней. Результаты представлены на рис. 1.

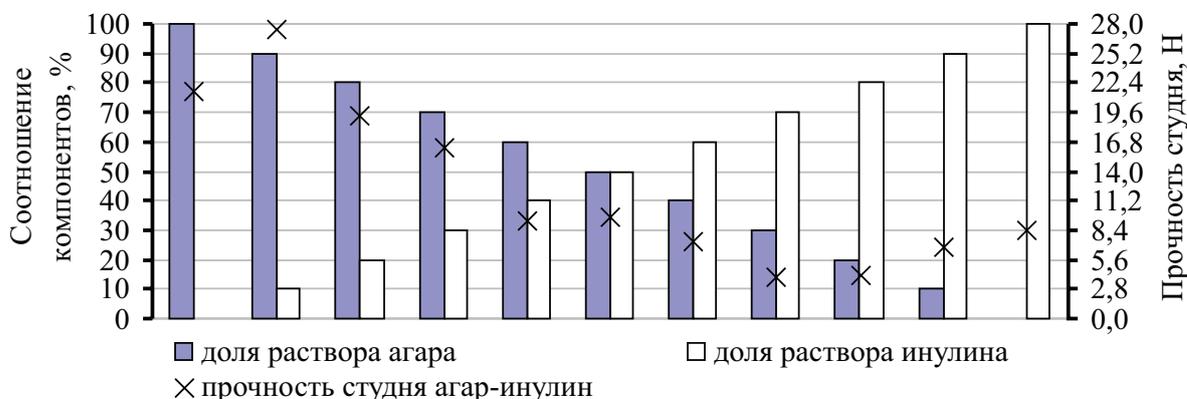


Рис. 1. Влияние инулина на прочность студня агара
 Fig. 1. Effect of inulin on agar jelly strength

Установлено, что при соотношении растворов агара и инулина 90:10 (или 1,0:1,8 по сухим веществам) наблюдается синергизм, выражающийся в увеличении прочности студня в 1,3 раза по сравнению с агаровым студнем. Полученные данные следует учитывать при составлении рецептур зефира с добавлением инулина и его источника — порошка топинамбура — с целью обеспечения требуемых реологических характеристик готовых изделий.

На следующем этапе работы изучено влияние растворимых пищевых волокон на процессы сбивания, структурообразования и сушки зефира. Установлено, что введение порошка топинамбура в дозировках более 25 % суточной нормы потребления (далее — СНП) инулина затрудняет процесс пенообразования и придает сбивным массам специфический аромат, в связи с чем данные образцы были исключены из дальнейших исследований. Введение порошка в дозировках, обеспечивающих 15, 20 и 25 % СНП инулина, приводит к снижению пенообразующей способности масс в 1,2–1,6 раза. Нивелирование данного эффекта было достигнуто увеличением дозировки яичного белка в рецептуре от 20 % до 35 % в зависимости от количества вносимой добавки. Оптимальной дозировкой порошка топинамбура, способствующей получению сбивных масс со свойствами, приближенными к контролю, является дозировка, обеспечивающая 15 % СНП инулина. Введение инулина не приводит к существенному изменению показателей качества сбивных масс, в то время как использование олигофруктозы существенно увеличивает их пенообразующую способность. Так, при внесении олигофруктозы в количестве 15, 25 и 50 % СНП пенообразующая способность масс увеличивается в 1,1–1,5 раза, что позволяет снизить расход яичного белка в рецептуре на 10 % и энергоёмкость процесса сбивания в 1,1–1,3 раза. Добавление олигофруктозы в дозировке 100 % СНП нецелесообразно, так как приводит к увеличению пенообразующей способности массы в 1,8 раза, резкому снижению стойкости пены и ухудшению качественных показателей зефира при хранении ввиду синергизма. Введение в зефир смеси инулина и олигофруктозы увеличивает пенообразующую способность сбивных масс в 1,1–1,4 раза. Также было установлено, что введение в зефир порошка топинамбура (15, 20 и 25 % СНП инулина), инулина и его смеси с олигофруктозой (30, 50 и 100 % СНП) повышает стойкость пены в 1,1–1,4 раза и снижает коэффициент растекания в 1,1–1,2 раза, что объясняется стабилизирующим действием образующегося коллоидно-адсорбционного слоя на границе раздела фаз.

Процесс структурообразования зефирной массы основан на студнеобразовании агара и пектиновых веществ яблочного пюре и сопровождается увеличением пластической прочности зефира, что влияет на органолептические и реологические показатели качества изделий. Установлено, что независимо от вида обогащающей добавки продолжительность структурообразования зефира находится на уровне контрольного значения (2,0–2,5 ч). Введение добавок снижает пластическую прочность зефира на 8–20 % по сравнению с контрольным значением, что связано с влиянием олигофруктозы и инулина как в чистом виде, так и в составе порошка топинамбура, на студнеобразование агара. Исключением является порошок топинамбура в дозировке 25 % СНП инулина, обеспечивающий синергетическую комбинацию агара и инулина (1,0:1,8 по сухим веществам) и увеличивающий пластическую прочность зефира на 15 %.

После структурообразования зефир направляется на сушку, которую осуществляют в сушильных камерах с температурой воздуха 35–40 °С и относительной влажностью 50–60 %. Сушка является самым длительным этапом технологии производства зефира, поэтому целесообразно исследовать влияние растворимых пищевых волокон, обладающих влагоудерживающими свойствами, на кинетику данного процесса. Сушка зефира осуществлялась при температуре 40 °С и относительной влажности воздуха 50 %. Кривые сушки зефира (на примере образцов с порошком топинамбура) приведены на рис. 2.

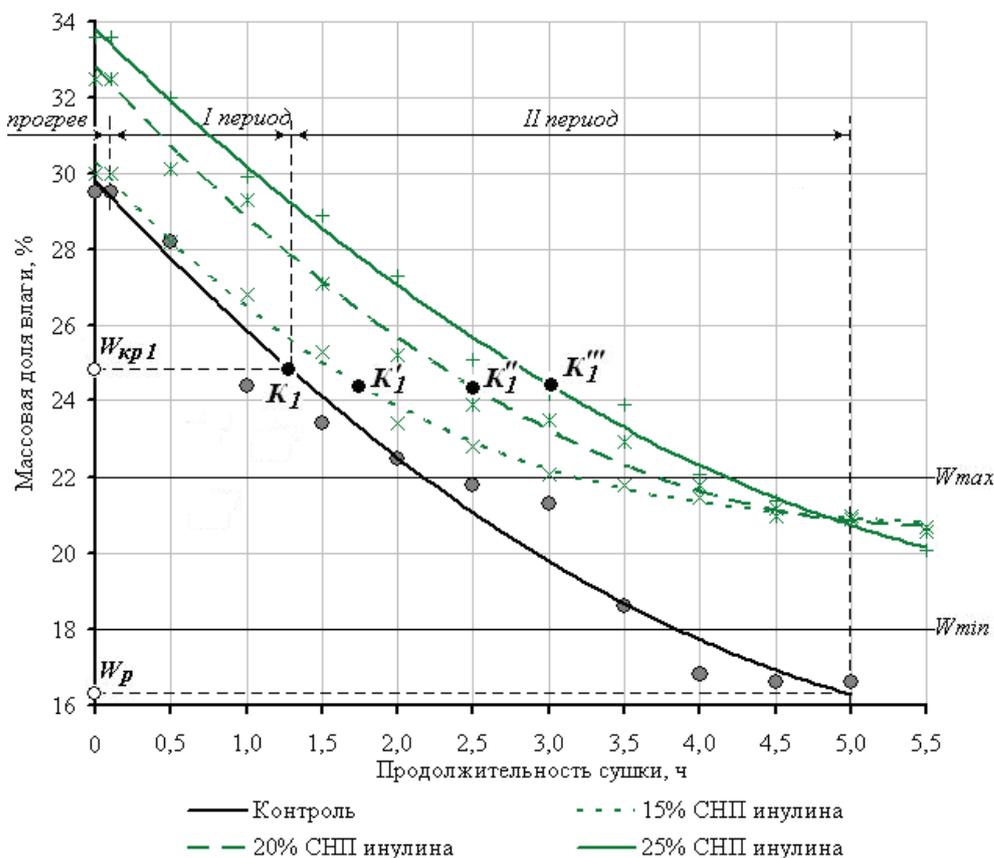


Рис. 2. Кривые сушки зефира с добавлением порошка топинамбура
Fig. 2. Drying curves of zephyr with the addition of Jerusalem artichoke powder

В зефире содержание влаги должно составлять 18,0–22,0 %. Установлено, что введение порошка топинамбура увеличивает продолжительность сушки зефира до влажности 22,0 % в 1,4–1,8 раза по сравнению с контролем (2,3 ч), что обусловлено более высоким значением динамической вязкости зефирной массы, а также влагоудерживающими свойствами гидрофильных коллоидов порошка топинамбура. Продолжительность сушки зефира с олигофруктозой существенно не отличается от контроля, зефира с инулином и его смесью с олигофруктозой — ниже контрольного значения на 10–20 % за счет более низкой вязкости зефирной массы при температуре 40 °С. Необходимо отметить, что у всех образцов зефира с добавлением растворимых пищевых волокон значение равновесной влажности W_p на 1,5–4,7 % выше контрольного значения (16,2 %), что позволяет прогнозировать замедление процесса их черствения [4, 5].

Таким образом, на основе проведенных исследований установлены оптимальные дозировки растворимых пищевых волокон в рецептуре зефира. В результате комплекса проведенных исследований разработана технология производства зефира, обогащенного растворимыми пищевыми волокнами, которая внедрена на ОАО «Конфа».

Перспективным сырьем для повышения пищевой и биологической ценности печенья является **льняной жмых**. В связи с тем, что льняной жмых представляет собой продукт переработки семян льна, изучена его пищевая и биологическая ценность, а также показатели безопасности. Для проведения исследований использовали льняной жмых производства ООО «Клуб «Фарм-эко» (РБ) и ООО «Лён» (РФ).

Семена льна содержат 34–39 % льняного масла, которое является источником полиненасыщенных жирных кислот: линоленовой $C_{18:3}$ (семейство ω -3 жирных кислот), линолевой $C_{18:2}$ (семейство ω -6 жирных кислот). Установлено, что в льняном жмыхе после отжима масла из семян содержание жира составляет 10–18 %. Определен жирнокислотный состав масла, содержащегося в льняном жмыхе (табл. 1).

Таблица 1. Жирнокислотный состав масла, содержащегося в льняном жмыхе
Table 1. Fatty acid composition of the linen cake oil

Наименование жирной кислоты	Содержание жирной кислоты, %		
	льняное масло		
	согласно [6]	жмых льняной (РБ)	жмых льняной (РФ)
Линоленовая $C_{18:3}$ (ω -3)	48,5–68,5	84,4	83,2
Олеиновая $C_{18:1}$	11,3–24,0	8,1	8,8
Линолевая $C_{18:2}$ (ω -6)	10,4–18,7	3,4	3,4
Пальмитиновая $C_{16:0}$	3,6–7,2	2,0	2,1
Стеариновая $C_{18:0}$	2,5–5,5	1,7	1,6
Арахидовая $C_{20:0}$	до 0,3	0,05	0,05
Эруковая $C_{22:1}$	–	–	0,04
Бегеновая $C_{22:0}$	–	0,03	0,03
Пальмитолеиновая $C_{16:1}$	до 0,2	0,07	0,08

Установлено, что льняной жмых имеет высокое содержание ω -3 жирных кислот: 83,2–84,4 %, содержание ω -6 жирных кислот значительно ниже и составляет 3,4 %. Добавление более 6 % жмыха в печенье позволяет наносить на продукцию маркировку «высокое содержание омега-3 жирных кислот» в соответствии с [7].

Лен и продукты его переработки являются источником белка, содержание которого в семенах льна составляет 24–26 %, в льняном жмыхе — 33–42 %. Одним из показателей биологической ценности белков является их аминокислотный скор, который характеризует содержание каждой аминокислоты в исследуемом белке по отношению к идеальному белку. Аминокислота, скор которой имеет наименьшее значение, называется лимитирующей и определяет степень усвояемости белка [8, 9]. Установлено, что для льняного жмыха (РБ) лимитирующей аминокислотой является валин (аминокислотный скор — 59 %).

Льняной жмых является источником клетчатки, содержание которой составляет 9,1 % (более 30 % от СНП в пищевых волокнах [7]).

Анализ минерального состава показал, что в 100 г льняного жмыха содержание магния в 1,4–1,5 раза превышает его СНП для взрослого человека, марганца — в 2,4–2,5 раза. Содержание железа составляет 86 % СНП, цинка — 56–57 %, кальция — 51–53 %, калия — 27–28 % [7].

В связи с тем, что льняной жмых представляет собой побочный продукт масложирового производства, важным этапом является изучение его показателей безопасности. Проведенные исследования показали, что по содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям льняной жмых соответствует требованиям, установленных к муке [10], что позволяет его использовать в качестве сырьевого ингредиента для изготовления мучных кондитерских изделий.

На следующем этапе исследований изучали влияние льняного жмыха на реологические свойства теста (пластическую прочность) и показатели качества готовых изделий (плотность, намокаемость, предел прочности). Льняной жмых предварительно измельчали и просеивали.

Для проведения исследований в сахарное печенье добавляли жмых в количестве 15, 20 и 25 % к массе муки двумя способами: взамен пшеничной муки и взамен пшеничной муки и маргарина с соответствующим пересчетом по жиру.

Влияние льняного жмыха на пластическую прочность теста, намокаемость, плотность и предел прочности готовых изделий представлено в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что при добавлении льняного жмыха взамен муки пластическая прочность теста снижается на 39–54 % относительно контрольного образца. При добавлении жмыха взамен муки и маргарина значение пластической прочности теста превышает аналогичный показатель контрольного образца на 5–11 %, что обусловлено тем, что жир, содержащийся в жмыхе, находится в связанном состоянии и не придает пластичность тесту.

Анализ органолептических показателей качества показал, что печенье с льняным жмыхом имеет светло-коричневую окраску с вкраплениями частиц жмыха, при этом его добавление в количестве

до 20 % придает печенье легкий приятный вкус и аромат льняного семени, без постороннего привкуса и запаха. Печенье, содержащее 25 % жмыха, имеет твердую структуру, а также ярко выраженный вкус льняного жмыха.

Таблица 2. Влияние льняного жмыха на пластическую прочность теста и показатели качества сахарного печенья

Table 2. The influence of linen cake on the flow properties of dough and quality indexes of biscuits

Показатель	Контроль	Содержание льняного жмыха (взамен муки), %			Содержание льняного жмыха (взамен муки и жира), %		
		15	20	25	15	20	25
Пластическая прочность теста, кПа	45,5	27,8	21,0	26,1	51,2	51,1	48,1
Намокаемость, %	166	177	160	163	169	150	180
Плотность, г/см ³	0,58	0,57	0,60	0,61	0,51	0,53	0,56
Предел прочности, кПа	557	617	773	833	665	686	757

Анализ физико-химических показателей качества готовых изделий (табл. 2) позволяет сделать вывод, что добавление льняного жмыха не оказывает значительного влияния на намокаемость и плотность готовых изделий. При этом с увеличением дозировки льняного жмыха повышается предел прочности печенья на 11–50 %.

Анализ органолептических и физико-химических показателей качества печенья с льняным жмыхом позволяет сделать вывод, что дозировка льняного жмыха для изготовления сахарного печенья должна составлять не более 20 % к массе муки (взамен муки).

В результате исследований показателей качества и окислительной порчи печенья в процессе хранения установлено, что использование льняного жмыха не приводит к ускорению протекания окислительных процессов.

Таким образом, анализ результатов исследований позволил установить, что при изготовлении печенья оптимальная дозировка льняного жмыха составляет 20 % к массе муки, при этом замена пшеничной муки на льняной жмых позволяет обогатить печенье полиненасыщенными жирными кислотами, клетчаткой, минеральными веществами, а также повысить его биологическую ценность.

Изучено влияние *сухого картофельного пюре* на реологические характеристики полуфабрикатов и процессы структурообразования теста, показатели качества и структурно-механические характеристики сахарного печенья, в том числе в процессе хранения. По результатам исследований установлена оптимальная дозировка и способ введения сухого картофельного пюре в состав печенья, обеспечивающие получение полуфабрикатов с необходимыми технологическими свойствами и готовой продукции с показателями качества, соответствующими нормативным требованиям.

Одним из направлений научных исследований является изучение технологических свойств сырья с оценкой возможности его применения в кондитерской отрасли. В связи с этим были изучены реологические свойства теста из *муки мягких и твёрдых сортов пшеницы отечественной селекции*. Мягкие сорта пшеницы Рассвет (Р-I — сорт первого года районирования), Виза (Р-II — сорт второго года районирования), Любава и Ласка (РННС — размножение нового нерайонированного сорта) были предоставлены для исследований РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (г. Жодино). Твёрдые сорта пшеницы «итальянской» селекции Меридиано и Маэстрале (не районированы в РБ) предоставлены для исследований ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений».

При изготовлении мучных кондитерских изделий со слоистой структурой особые требования предъявляются не только к физико-химическим показателям муки, но и к реологическим характеристикам теста, обуславливающих поведение теста при сильных механических нагрузках, которым оно подвергается при замесе и ламинировании.

Оценку качества муки по реологическим свойствам теста проводили по альвеограмме, при этом изучали показатели, характеризующие упругие Р, пластичные и эластичные L свойства теста, а также хлебопекарную способность муки W. Отношение упругости теста к растяжимости Р/L характеризуется как коэффициент эластичности. Для обеспечения высокого качества мучных кондитерских изделий со слоистой структурой необходимо получить тесто с заданными упруго-эластичными свойствами. При этом оптимальные реологические свойства теста характеризуются высокими значениями показателей Р и W и невысоким — L. Результаты испытаний образцов муки 1 сорта, полученной из мягких и твёрдых сортов пшеницы, представлены на рис. 3.

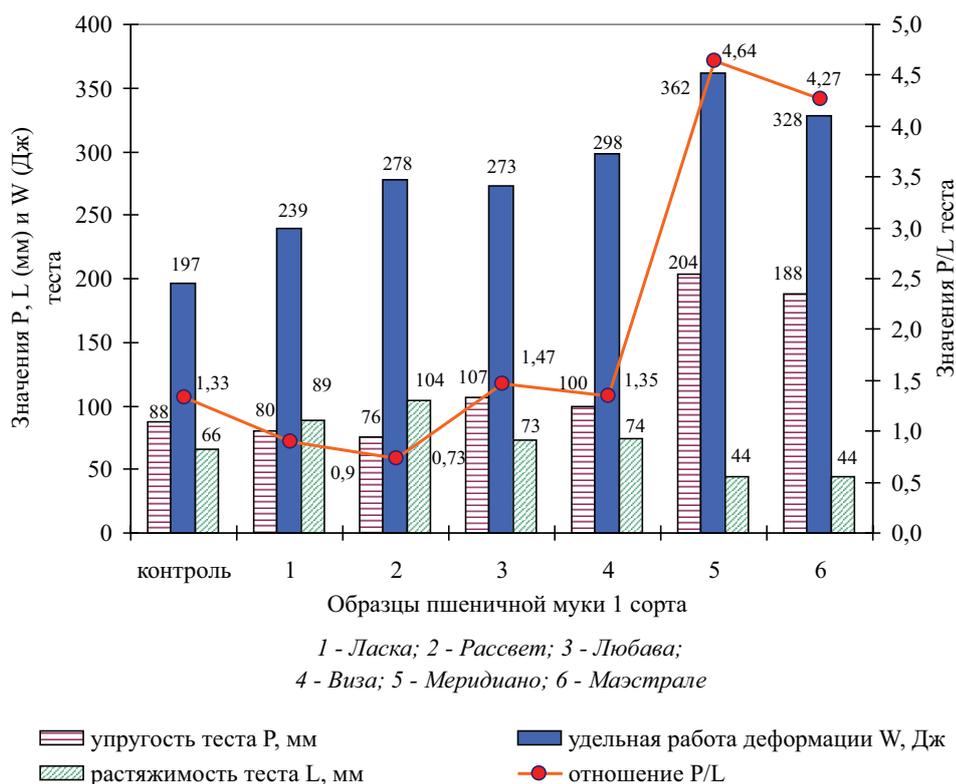


Рис. 3. Значения показателей реологических свойств теста из муки 1 сорта из мягких и твёрдых сортов пшеницы

Fig. 3. Rheological properties of dough from soft and durum wheat flour

Установлено, что тесто из муки твёрдых сортов пшеницы обладает наиболее упругими и менее растяжимыми свойствами по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и муки марки М 36–30. Так, значения показателя упругости теста P из муки Меридиано и Маэстрале выше на 43–63 % по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 53–57 % контрольного образца муки. Это объясняется высоким содержанием сырой клейковины в муке твёрдых сортов пшеницы, набухание которой и приводит к получению теста с более упругими свойствами. Значение показателя растяжимости L теста из твёрдых сортов пшеницы ниже на 40–58 % по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 33 % по сравнению с тестом из контрольного образца муки. Максимальное значение показателя растяжимости имеет тесто из мягкой пшеницы Рассвет. Это связано с тем, что данная мука имеет сырую клейковину, длинную по растяжимости (24 см), в отличие от других образцов муки, которые имеют сырую клейковину, среднюю по растяжимости (13–18 см).

Показатель удельной работы деформации теста (усилие, необходимое для прокатки тестовой ленты) из муки Меридиано и Маэстрале на 9–34 % выше по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 40–46 % по сравнению с тестом из контрольного образца муки. Это связано с более высоким содержанием сырой клейковины в муке из твёрдых сортов пшеницы по сравнению с мукой из мягких сортов пшеницы и контрольным образцом (содержание сырой клейковины в котором составляет 29,2 %). Коэффициент эластичности (отношение P/L) характеризует тесто из муки Любава, Виза, Меридиано и Маэстрале, контроля как упруго-эластичное (значение показателя свидетельствует о том, что упругие свойства теста преобладают над эластичными). При этом тесто из муки Меридиано и Маэстрале имеет более высокое значение данного показателя: на 66–71 % выше по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 69–71 % по сравнению с контролем. Эти значения свидетельствуют о значительных внутренних напряжениях теста, поэтому для получения качественных тестовых заготовок требуется применение технологических средств, обеспечивающих корректировку свойств муки.

Изучение пластической прочности теста исследуемых видов муки позволило установить, что ее значение для теста из твёрдых сортов пшеницы на 61–62 % выше контрольного образца, а из мягких сортов пшеницы — на 7–28 %.

Таким образом, полученные результаты показывают возможность использования муки из пшеницы твёрдых сортов Меридиано и Маэстрале и пшеницы мягких сортов Любава и Виза при изготов-

лении галет. Установлено, что тесто из твёрдых сортов пшеницы обладает более упругими свойствами, вследствие чего для его обработки (ламинирования, прокатки) и формования тестовых заготовок требуется большее усилие по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы. С целью получения теста с заданными реологическими свойствами (упругость, растяжимость, эластичность), а готовых изделий — с необходимой слоистостью и равномерной пористостью, необходима корректировка технологических характеристик муки путём модификации качественных свойств клейковины.

Второе направление научных исследований заключается в разработке кондитерской продукции специализированного назначения для детского питания.

С 2012 г. в Республике Беларусь на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч» освоен выпуск растворимого печенья, предназначенного для детского питания. В основу данной технологии легли результаты научных исследований по изучению влияния протеолитических ферментов и рецептурных компонентов на процесс образования теста при изготовлении растворимого печенья.

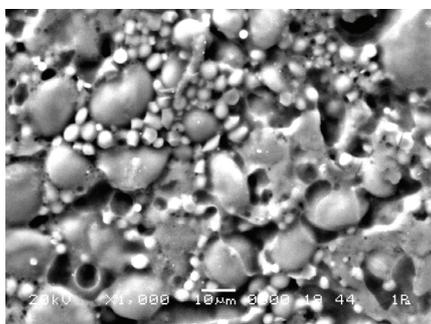
Установлено, что для достижения требуемых структурно-механических свойств теста и показателей качества растворимого печенья необходимо проводить ферментацию теста с добавлением ферментного препарата протеолитического действия. Для проведения исследований использовали ферментативный препарат (далее — ФП) Нейтраза 1,5 MG («Novozymes A/S», Дания), разрешенный для изготовления продуктов детского питания [11].

С целью определения оптимальных параметров ферментации теста изучено влияние дозировки ФП, продолжительности ферментации и дозировки сахара и жира на пластическую прочность теста, которая является одной из определяющих характеристик его структурно-механических свойств. Установлено, что с увеличением как дозировки ФП (0,03–0,30 % к массе муки), так и продолжительности ферментации (30–120 мин) происходит снижение пластической прочности теста. При этом необходимо отметить, что в течение первых 30 мин скорость изменения пластической прочности теста составляет 0,29–0,42 кПа/мин, а затем резко снижается (в 2,4–4,8 раза) и после 60 мин ферментации практически не изменяется, в связи с чем ферментацию теста целесообразно осуществлять в течение 30 мин. Оптимальная дозировка ФП составила 0,15 %, так как при этом обеспечивается качественный процесс формования тестовых заготовок. Снижение дозировки ФП увеличивает продолжительность ферментации теста и тем самым снижает мощность производственной линии, а увеличение его дозировки ухудшает процесс формования тестовых заготовок (тесто становится липким).

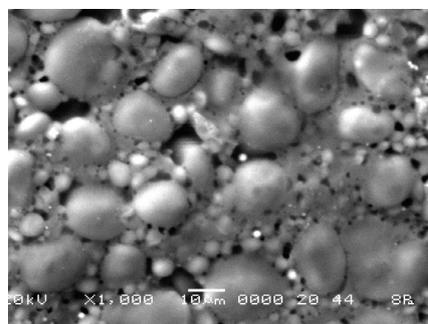
При производстве растворимого печенья обязательными рецептурными ингредиентами являются сахар и жир, которые оказывают влияние как на структурно-механические свойства теста и показатели качества готовых изделий, так и на активность фермента [12, 13].

Введение сахара и жира (масла из коровьего молока и подсолнечного масла, которые разрешены для изготовления продуктов детского питания) оказывает существенное влияние на пластическую прочность теста и позволяет снизить ее значение с 67,8 до 7,9–26,1 кПа (в 2,6–8,6 раза). При добавлении ферментного препарата пластическая прочность теста снижается еще более существенно — до 4,4–10,6 кПа. При этом с увеличением дозировки сахара и жира происходит снижение активности ферментного препарата, о чем свидетельствует незначительное уменьшение пластической прочности теста по сравнению с образцами без его добавления.

Микроструктурный анализ теста показал (рис. 4), что при добавлении ФП клейковина имеет менее плотную структуру, что обусловлено изменением состава белкового комплекса кондитерского теста в процессе его ферментации.



а) без добавления ФП



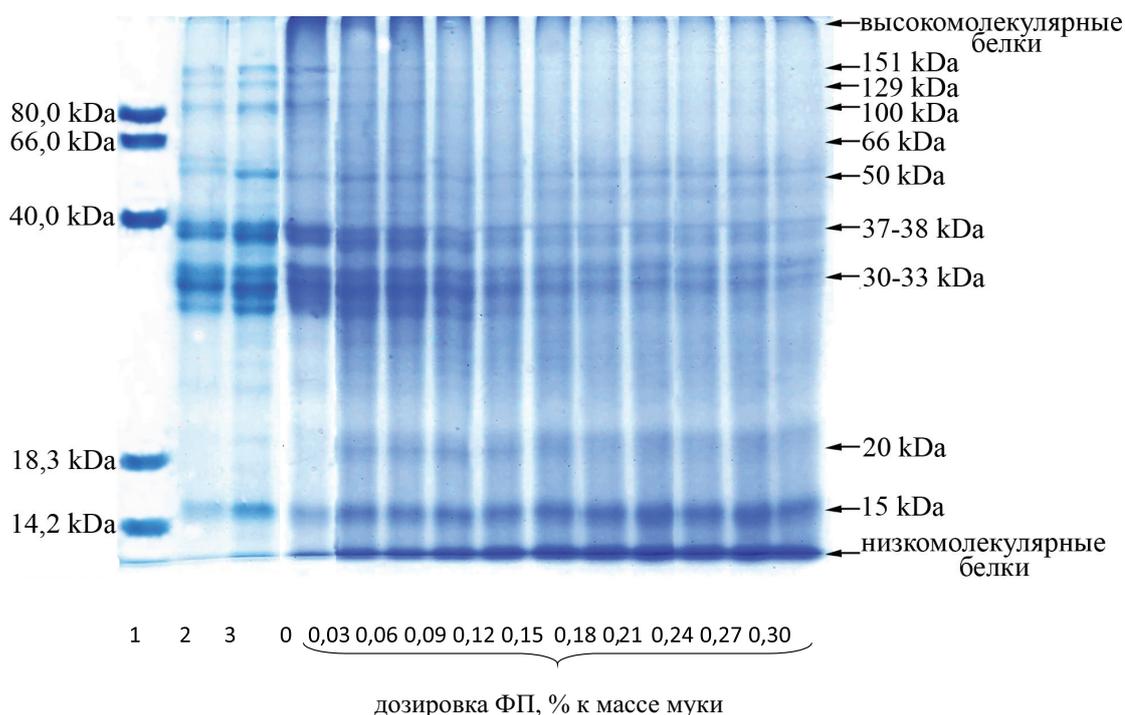
а) 0,15 % ФП

Рис. 4. Влияние фермента протеолитического действия на микроструктуру теста (увеличение в 1000 раз)

Fig. 4. Proteolytic enzymes influence on microstructure of the dough (increase 1000 times)

В связи с этим впервые изучен процесс протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья с применением метода электрофореза, что представляет значительный научный интерес. Установлено, что основными белковыми фракциями пшеничной муки и кондитерского теста являются белки с молекулярными массами (далее по тексту — M_r) 15, 20, 30–33, 37–38, 50, 66, 100, 129, 151 kDa, а также низко- и высокомолекулярные (нерастворимые) белки.

Анализ фракционного состава белков теста, изготовленного с добавлением ФП в количестве от 0,03 до 0,30 % к массе муки (рис. 5), позволил установить, что наиболее эффективно протеолиз происходит при дозировке ФП в количестве 0,15 % к массе муки: содержание белков с M_r 100, 129, 151 kDa и высокомолекулярных белков снижается в 2,3–2,7 раза, белков с M_r 30–33, 37–38, 50 и 66 kDa — в 1,4–1,7 раза, при этом количество низкомолекулярных продуктов протеолиза и белков с M_r 15 и 20 kDa возрастает в 2,0–3,3 раза. Увеличение дозировки ФП более 0,15 % не приводит к существенному изменению состава белковых фракций.



1. Стандарты молекулярных масс;
2. Пшеничная клейковина;
3. Мука пшеничная с содержанием клейковины 25 %

Рис. 5. Электрофореграмма белков кондитерского теста, изготовленного с различной дозировкой ферментного препарата

Fig. 5. Electrophoregram of the confectionary dough protein, made with different enzyme dosages

Установлено, что введение сахара в рецептуру растворимого печенья оказывает существенное влияние на протеолиз белков кондитерского теста. При добавлении сахара в количестве до 28 % протеолиз белков с M_r от 30 до 66 kDa снижается в 1,1–10,0 раз, а при его дозировке более 33 % — практически не происходит. В то же время протеолиз белков с M_r более 100 kDa замедляется в 1,3–4,0 раза, но инактивации ФП при этом не происходит, так как даже при максимальной дозировке сахара данные фракции гидролизуются на 14–22 %.

Добавление жировых ингредиентов также оказывает влияние на активность ФП, однако в меньшей степени, чем сахар. Так, эффективность протеолиза белков при добавлении подсолнечного масла снижается на 4–34 %. В то же время масло из коровьего молока замедляет протеолиз белков с M_r от 30 до 38 kDa и от 100 до 151 kDa на 7–40 %, а на фракционный состав белков с M_r 50, 66 kDa и высокомолекулярных белков не оказывает влияния [14–16].

Результаты исследований позволили научно обосновать дозировки ингредиентов в рецептуре растворимого печенья и технологические параметры процесса его производства, которые обеспечивают

структурно-механические свойства кондитерского теста, позволяют управлять процессом протеолиза белков в процессе его ферментации, повышают усвояемость готовых изделий за счет снижения количества белков с высокой молекулярной массой [17-19], а также позволяют получить готовые изделия с требуемыми показателями качества.

Третье направление научных исследований посвящено разработке диабетической кондитерской продукции.

На СП ОАО «Спартак» освоен выпуск батончиков-мюсли без добавления сахара. В основу данной технологии легли результаты научных исследований по изучению влияния углеводных компонентов сиропа на процесс формирования батончиков-мюсли и качество готовых изделий.

В качестве альтернативы сахару использовали подсластитель мальтит (полиол, многоатомный спирт), который имеет ряд положительных физиологических и технологических характеристик — низкую калорийность и низкий гликемический индекс, степень сладости составляет 80 %, профиль сладости близок к сахарозе, охлаждающий эффект отсутствует. Однако отличительной особенностью мальтита является низкая вязкость его растворов, что может неблагоприятно сказаться на процессе формирования (формуустойчивости) кондитерских изделий.

С целью определения оптимальных параметров формирования батончиков-мюсли изучено влияние соотношения углеводных компонентов сиропа для батончиков-мюсли (мальтит, мальтитный сироп (далее — МС)) на вязкость. В качестве контроля использовали сахаро-паточно-инвертный сироп.

Установлено (рис. 6), что при температуре 90 °С (температура формирования батончиков-мюсли) наиболее близкое значение вязкости к контролю (0,69 Па·с) имеет образец сиропа 1 с максимальным содержанием МС 0,47 Па·с, с уменьшением содержания МС (образцы сиропов 2–4) вязкость снижается. Так, при уменьшении МС на 30 % вязкость снизилась в 2 раза и составила 0,24 Па·с. Можно предположить, что формуустойчивость образцов батончиков-мюсли будет лучше при их изготовлении на сиропе с максимальным содержанием МС.

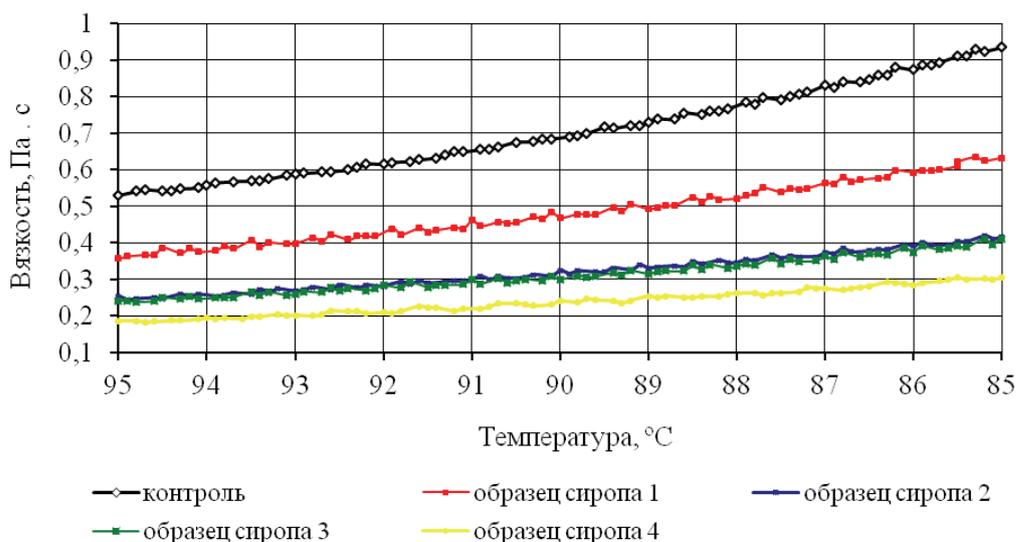


Рис. 6. Кривые зависимости вязкости от температуры сиропов для батончиков-мюсли
Fig. 6. The dependence of viscosity on temperature in the syrup for muesli bars

С учетом того, что вязкость сиропа с максимальным содержанием МС ниже контроля на 32 %, можно предположить, что батончики-мюсли на МС будут иметь более мягкую консистенцию.

В связи с этим проведены исследования по определению структурно-механических свойств батончиков-мюсли: формуустойчивости, адгезионной прочности и предела прочности. Адгезионную прочность, характеризующую состояние поверхности готовых изделий, определяли путем измерения усилия отрыва цилиндрического индентора диаметром 12,5 мм от поверхности исследуемых батончиков-мюсли. Формоустойчивость, косвенно характеризующую когезионную прочность готовых изделий, определяли путем измерения прироста диаметра после приложенной нагрузки к его исходному значению и выражали в процентах. Для проведения исследований образцы батончиков-мюсли формовали в виде цилиндров одинакового размера. Предел прочности, косвенно характеризующий органолептический показатель «Твердость укуса», определяли по наибольшему (предельному) статическому напряжению сдвига, по достижении которого нарушалась целостность образца (происходил излом).

Батончики-мюсли готовили из сиропов и смеси сухих компонентов в соотношении 1:1. Результаты определения структурно-механических свойств лабораторных образцов батончиков-мюсли приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Структурно-механические свойства батончиков-мюсли
Table 3. Structural and mechanical properties of muesli bars

Вид сиропа	Вязкость при 90 °С, Па·С	Формоустойчивость, %	Предел прочности, кПа	Адгезионная прочность, кПа
Образец сиропа 1	0,47	96,9	10,5	0,48
Образец сиропа 2	0,32	92,8	4,2	0,50
Образец сиропа 3	0,30	91,7	4,2	0,54
Образец сиропа 4	0,24	90,1	3,5	0,52

Из табл. 3 следует, что чем выше вязкость сиропа, тем лучше формоустойчивость изделий. Наибольшая формоустойчивость образцов наблюдается у батончиков-мюсли, изготовленных на образце сиропа 1, 96,9 %, при этом предел прочности также имеет высокое значение и составляет 10,5 кПа. Установлено, что увеличение вязкости сиропа для батончиков-мюсли в 2 раза приводит к значительному повышению их предела прочности (в 3 раза) и формоустойчивости (на 7,5 %). Кроме того, с увеличением вязкости сиропа снижается адгезионная прочность, что является положительным фактором в технологическом процессе при формировании изделий.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что использование мальтита снижает вязкость сиропов для батончиков-мюсли, а МС — повышает. С увеличением дозировки МС и, соответственно, вязкости сиропа повышается формоустойчивость, предел прочности и адгезионная прочность батончиков-мюсли, что позволяет снизить адгезию при их формировании, нарезке и завертке, а также получить готовые изделия с хорошими органолептическими свойствами.

В качестве альтернативы сахару в составе пряников изучена возможность использования подсластителей (мальтит и мальтитный сироп) и растворимого пищевого волокна (полидекстроза). По результатам исследований получены аналитические зависимости влияния исследуемых ингредиентов на реологические характеристики и показатели качества полуфабрикатов и готовой продукции и установлено оптимальное соотношение (при совместном использовании) мальтита и мальтитного сиропа, мальтита и полидекстрозы в составе пряников без добавления сахара.

Заключение. В результате проведенных исследований изучены технологические свойства растворимых пищевых волокон и режимы их введения в рецептуру зефира. Установлены оптимальные дозировки растворимых пищевых волокон: порошок топинамбура — 15 % СНП инулина; инулин — 30 % СНП; олигофруктоза — 25 % СНП; смесь инулина с олигофруктозой — 50 % СНП, при этом добавление порошка топинамбура и инулина позволило повысить стойкость сбивной массы в 1,1 раза и снизить коэффициент растекания в 1,1–1,2 раза, олигофруктозы, смеси олигофруктозы и инулина — увеличить пенообразующую способность и снизить энергоёмкость сбивания в 1,2 раза, введение олигофруктозы также позволило снизить дозировку пенообразователя в рецептуре зефира на 10 %. Использование растворимых пищевых волокон позволяет повысить пищевую и биологическую ценность зефира [4, 5].

Установлено, что льняной жмых является источником полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой), незаменимых аминокислот, клетчатки (30 % СНП), минеральных веществ магния, марганца, железа, цинка, калия, кальция (27–245 % СНП), поэтому его целесообразно использовать для повышения пищевой и биологической ценности печенья. Анализ органолептических и физико-химических показателей качества сахарного печенья показал, что оптимальная дозировка льняного жмыха составляет 20 % к массе муки. Анализ показателей безопасности льняного жмыха подтвердил возможность его применения в кондитерской отрасли.

Получены результаты исследований влияния муки из пшеницы твёрдых сортов Меридиано и Маэстрале и пшеницы мягких сортов Любава и Виза на реологические свойства теста для изготовления галет. Тесто из твёрдых сортов пшеницы обладает более упругими свойствами, что подтверждается значениями упругости, эластичности и растяжимости теста. Для обеспечения процесса формирования тестовых заготовок и качества галет при использовании муки из твердых сортов пшеницы необходимы технологические мероприятия, позволяющие изменить реологические свойства клейковины и теста.

Впервые изучен процесс протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья с применением метода электрофореза. Установлено, что при добавлении ФП в количестве 0,15 % содержание белков с Мг 100, 129, 151 kDa и высокомолекулярных белков снижается в 2,3–2,7 раза, белков

с Mr 30–33, 37–38, 50 и 66 kDa — в 1,4–1,7 раза, при этом количество низкомолекулярных продуктов протеолиза и белков с Mr 15 и 20 kDa возрастает в 2,0–3,3 раза. Сахар и жир снижают скорость протеолиза белка, при этом наибольшей инактивирующей способностью обладает сахар. При изготовлении растворимого печенья дозировка сахара не должна превышать 28 % к массе муки, оптимальная дозировка жирового ингредиента составляет 8–17 % к массе муки [6-8].

Изучено влияние мальтита и мальтитного сиропа на реологические свойства сиропов для батончиков-мюсли и показатели качества готовых изделий. Установлено, что использование мальтита снижает вязкость сиропов для батончиков-мюсли, а мальтитного сиропа — повышает. Полученные зависимости позволили установить оптимальное соотношение мальтита и мальтитного сиропа в рецептуре батончиков-мюсли, обеспечивающее технологические параметры массы при формовании, нарезке и завертке, а также требуемые органолептические показатели готовых изделий. Разработанные батончики-мюсли подходят для диабетического питания, а также для питания всех категорий населения.

Проведены исследования по изучению влияния мальтита, мальтитного сиропа и полидекстрозы на качество пряников, установлены оптимальные дозировки данных ингредиентов, обеспечивающие требуемые свойства теста и показатели качества пряников без добавления сахара.

Список использованных источников

1. *Лурье, И. С.* Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник / И.С. Лурье, Л.Е. Скокан, А.П. Цитович. — М.: КолосС, 2003. — 416 с.
2. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.
3. *Дэвени, Т.* Аминокислоты, пептиды и белки / Т. Дэвени, Я. Гергей. — М.: Мир, 1976. — 364 с.
4. *Томашевич С. Е.* Технология производства зефира, обогащенного растворимыми пищевыми волокнами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С.Е. Томашевич ; Могилев. гос. ун-т продовольствия. — Могилев, 2013. — 28 с.
5. *Кондратова, И. И.* Оптимизация технологических режимов изготовления сбивных кондитерских масс / И.И. Кондратова, С.Е. Томашевич // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2010. — № 1(7). — С. 38–45.
6. *Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации: ГОСТ 30623-2018.* — Введ. 01.01.20. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. — 16 с.
7. *Пищевая продукция в части ее маркировки. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 022/2011.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 18 с.
8. *Пищевая химия / А.П. Нечаев и [др.]; под общ. ред. А.П. Нечаева.* — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. — 592 с.
9. *Химический состав пищевых продуктов : в 2 кн. / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева.* — 2-е изд. — М.: Агропромиздат, 1987. — Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. — 360 с.
10. *О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 021/2011.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 196 с.
11. *Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 029/2012.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 308 с.
12. *Матвеева, И. В.* Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий: учеб. пособие / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. — М.: Синергия, 2001. — 114 с.
13. *Мэнли, Д.* Мучные кондитерские изделия / Д. Мэнли; под науч. ред. И.В. Матвеевой. — СПб.: Профессия, 2008. — 558 с.
14. *Гершончик К. Н.* Технология производства растворимого печенья для питания детей раннего возраста : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / К.Н. Гершончик ; Могилев. гос. ун-т продовольствия. — Могилев, 2013. — 28 с.
15. *Кондратова, И. И.* Исследование влияния протеолитического фермента и вида пшеничной муки на процесс протеолиза кондитерского теста при изготовлении растворимого печенья для детского питания / И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, В.П. Курченко, Н.В. Гавриленко // Вес. Нац. акад. наук Бе-ларусі. Сер. аграр. навук. — 2012. — № 2. — С. 111–118.

16. Ловкис, З. В. Влияние сахара и жира на процесс протеолиза белков в кондитерском тесте для растворимого печенья / З.В. Ловкис, И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, Н.В. Гавриленко, В.П. Курченко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. — 2013. — № 2. — С. 117–122.
17. Руководство по детскому питанию / О.В. Георгиева и [др.]; под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коля. — М.: Медицинское информационное агентство, 2004. — 662 с.
18. Alexander, D.D. Partially hydrolyzed 100 % whey protein infant formula and reduced risk of atopic dermatitis: a meta-analysis / D.D. Alexander, M.D. Cabana // J Pediatr Gastroenterol Nutr. — 2010. — № 4 (50). — P. 422–430.
19. Greer, F.R. Effects of early nutritional interventions on the development of atopic disease in infants and children: the role of maternal dietary restriction, breastfeeding, timing of complementary food, and hydrolyzed formulas / F.R. Greer, S.H. Sicherer, A.W. Burks // Pediatrics. — 2008. — Vol. 121, № 1. — P. 183–191.

References

1. Lur'e I.S., Skokan L.E., Tsitovich A.P. Tekhnohimicheskij i mikrobiologicheskij kontrol' v konditerskom proizvodstve [*Technochemical and microbiological control in the confectionery industry*]. Moscow, KolosS, 2003, 416 p. (in Russian).
2. Maximov A.S. Reologiya pishchevyh produktov [*Food rheology*]. St. Petersburg, GIORД, 2006, 176 p. (in Russian).
3. Deveni, T., Gergej YA. Aminokisloty, peptidy i belki [*Amino acids, peptides and proteins*]. Moscow, Mir, 1976, 364 p. (in Russian).
4. Tomashevich S.E. Tekhnologiya proizvodstva zefira, obogashchennogo rastvorimymi pishchevymi voloknami. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [*Technology of zephyr enriched with soluble food fibers. Abstr. dis. PhD of techn. sci.*]. Mogilev, 2013. 28 p. (in Russian).
5. Kondratova I.I., Tomashevich S.E. Optimizaciya tekhnologicheskix rezhimov izgotovleniya sbivnyh konditerskix mass [*Optimization of technological modes for the manufacture of aerated zephyr masses*]. Pishhevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food industry: science and technology, 2010, no.1(7), pp. 38-45. (in Russian).
6. GOST 30623-2018. Masla rastitel'nye i produkty so smeshannym sostavom zhirovoy fazy. Metod obnaruzheniya fal'sifikacii [*State Standard 30623-2018. Vegetable oils and blended fat products. Falsification detection method*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2019. 16 p. (in Russian).
7. TR TS 022/2011. Pishhevaya produkcija v chasti ee markirovki. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 022/2011. Food Products in Terms of Their Marking. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 18 p. (in Russian).
8. Nechaev A.P. i [dr.]. Pod obshch. red. Nechaeva A.P. Pishhevaya himiya [*Food chemistry*]. St. Petersburg, GIORД, 2001, 592 p. (in Russian).
9. Skurihin I. M., Volgarev M. N. Himicheskij sostav pishchevyh produktov: v 2 kn. Kn. 2: Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskix kislot i uglevodov [*Chemical composition of food: in 2 bk. Bk 2: Reference tables of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates*]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 360 p. (in Russian).
10. TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoj produkcii. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 021/2011. On Safety of Food Products. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 196 p. (in Russian).
11. TR TS 029/2012. Trebovaniya bezopasnosti pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskix vspomogatel'nyh sredstv. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 029/2012. Safety Requirements for Food Additives, Flavorings and Technological Processing Aids. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 308 p. (in Russian).
12. Matveeva I.V., Belyavskaya I.G. Pishchevye dobavki i hlebopekarnye uluchshiteli v proizvodstve muchnyh izdelij: ucheb. posobie [*Food additives and bakery improvers in the production of flour products: study guide*]. Moscow, Sinergiya, 2001, 114 p. (in Russian).
13. Menli D. Muchnye konditerskie izdeliya [*Flour confectionery products*]. St. Petersburg, Professiya, 2008, 558 p. (in Russian).
14. Gershonchik K.N. Tekhnologiya proizvodstva rastvorimogo pechen'ya dlya pitaniya detej rannego vozrasta. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [*Technology of production of soluble biscuits for baby feeding. Abstr. dis. PhD of techn. sci.*]. Mogilev, 2013. 28 p. (in Russian).
15. Kondratova I.I., Gershonchik K.N., Kurchenko V.P., Gavrilenko N.V.. Issledovanie vliyaniya proteoliticheskogo fermenta i vida pshenichnoj muki na process proteoliza konditerskogo testa pri

- izgotovlenii rastvorimogo pechen'ya dlya detskogo pitaniya [*Research of proteolytic enzyme's and wheat flour's influence on proteolysis of confectionary dough for production of soluble biscuits for baby feeding*]. Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2012, no.2, pp.111-118. (in Russian).
16. Loukis Z.V., Kondratova I.I., Gershonchik K.N., Gavrilenko N.V., Kurchenko V.P. Vliyaniye sahara i zhira na process proteoliza belkov v konditerskom teste dlya rastvorimo-go pechen'ya [*Sugar's and fat's influence on protein proteolysis of confectionary dough for production of soluble biscuits*]. Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2013, no.2, pp.117-122. (in Russian).
 17. Georgieva O.V. i [dr.]. Pod red. Tutel'yana V.A., Konya I.YA. Rukovodstvo po detskomu pitaniyu [*Baby Food Guide*]. Moscow, Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2004, 662 p. (in Russian).
 18. Alexander D.D., Cabana M.D. Partially hydrolyzed 100 % whey protein infant formula and reduced risk of atopic dermatitis: a meta-analysis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.*, 2010, no. № 4 (50), pp. 422–430.
 19. Greer F.R., Sicherer S.H., Burks Greer A.W. Effects of early nutritional interventions on the development of atopic disease in infants and children: the role of maternal dietary restriction, breastfeeding, timing of complementary food, and hydrolyzed formulas. *Pediatrics*, 2008, Vol. 121, № 1, pp. 183–191.

Информация об авторах

Гершончик Ксения Николаевна — кандидат технических наук, 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: candy@belproduct.com

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: info@belproduct.com

Шугаева Татьяна Вячеславовна — ведущий инженер-технолог 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: candy@belproduct.com

Вислоухова Светлана Николаевна — 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: candy@belproduct.com

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: candy@belproduct.com

Information about authors

Gershonchik Ksenia Nikolaevna — Ph.D. (Technical), Senior Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Babodey Valentina Nikolaevna — Head of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shugaeva Tatsiana Vyacheslavovna — Leading Process Engineer of the Department of Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Vislouhova Svetlana Nikolaevna — Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Tomashevich Svetlana Evgenievna — Ph.D. (Technical), Associate Professor, Senior Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

УДК 664.3:665.3
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-60-73](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-60-73)

Поступила в редакцию 23.04.2021
Received 23.04.2021

К. И. Жакова, В. Н. Бабодей, А. В. Пчельникова

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

МАСЛОЖИРОВАЯ ОТРАСЛЬ. ОБЗОР ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация: В статье представлены результаты фундаментальных исследований, проводимых РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» с 2007 по 2020 гг., направленных на решение проблемных вопросов масложировой отрасли, разработку новых технологий и расширение ассортимента выпускаемой продукции.

Ключевые слова: масложировая продукция, маслосемена, послеуборочное дозревание, переэтерификация, глицериновое мыло, нанолипиды, фосфатиды, эфиры 3-МХПД, глицидиловые эфиры.

K. I. Zhakova, V. N. Babodey, A. V. Pchelnikova

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

OIL AND FOOD INDUSTRY. REVIEW OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Abstract: The article presents the results of fundamental research conducted by RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» from 2007 to 2020, aimed at solving problematic issues of the fat and oil industry, developing new technologies and expanding the range of products.

Keywords: fat and oil products, oilseeds, postharvest ripening, transesterification, glycerin soap, nanolipids, phosphatides, 3-MCPD esters, glycidyl esters.

Введение. Масложировая отрасль Республики Беларусь является важной частью отечественного агропромышленного комплекса, а её развитие — одна из приоритетных задач, направленных на обеспечение конкурентоспособности и продовольственной безопасности страны.

Модернизация и техническое переоснащение масложировой отрасли позволили повысить эффективность переработки сырья, расширить ассортимент выпускаемой продукции, обеспечить выполнение требований технических регламентов Евразийского экономического союза. Организационными мерами отрасли с использованием отечественных разработок освоен выпуск маргариновой продукции с низким содержанием транс-изомеров жирных кислот; масложировой продукции (растительные масла и спреды), обогащенной витаминами; купажированных и ароматизированных масел; майонезной продукции без содержания уксуса и консервантов; разнообразных соусов на основе растительных масел; масляных экстрактов из растительного сырья; средств личной гигиены (шампуни, мыло). Внедрена в производство технология высокоэффективной рафинации растительных масел непрерывным способом.

К перспективным направлениям развития масложировой отрасли республики можно отнести: совершенствование технологии переработки растительных масел и жиров на основании изучения влияния технологических режимов на образование опасных контаминантов; создание технологий производства масложировых продуктов с заданными свойствами для целевых групп населения и др. [1–4].

Вместе с тем существует достаточное количество направлений исследований, предполагающих получение фундаментальных знаний, практическая реализация которых позволит обеспечить увеличение ресурсного потенциала отрасли.

Тематика основных направлений фундаментальных исследований в масложировой отрасли включает следующие направления:

- ♦ разработка новых видов масложировых продуктов с высокими потребительскими характеристиками, в том числе для функционального питания;
- ♦ совершенствование технологии переработки масложирового сырья с целью повышения качества масложировой продукции в процессе ее изготовления и хранения;
- ♦ получение и практическое использование наноструктурных липидных систем;
- ♦ безопасность продуктов питания.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились с 2007 по 2020 гг. в научно-исследовательской лаборатории отдела технологий кондитерской и масложировой продукции, Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», оснащенных современным аналитическим оборудованием (газовый хроматограф «Agilent», прибор для изучения окислительной стабильности жировых продуктов методом ускоренного старения «Rancimat 743», ЯМР-релаксометр «Minispec mq20», спектрофотометр, реовискозиметр «Реолаб QC» и др.), позволяющим на высоком уровне выполнять работы по определению показателей качества и безопасности масложировой продукции, проводить исследования по изучению физико-химических свойств сырьевых ингредиентов и созданию новых видов масложировой продукции.

Результаты и их обсуждение. Среди масложировых продуктов особое место занимают эмульсионные (маргарины, спреды, майонезы, майонезные соусы, соусы на основе растительных масел). Им присущи высокие вкусовые и пищевые качества. Основным ингредиентом всех масложировых эмульсий является растительное масло — источник незаменимых ненасыщенных жирных кислот. Масложировые эмульсионные продукты содержат гидрофобную и гидрофильную фазы, что делает их удобными объектами для обогащения как жиро- так и водорастворимыми функциональными ингредиентами [5–8].

В результате исследований смоделированы рецептурные составы новых видов продукции (соусов-дрессингов, спредов) с вводом инулина, ω -3 жирных кислот, витаминного премикса (витамины А, С, Е, группы В, РР, D₃) [9, 10]. Проведенная гигиеническая оценка содержания функциональных ингредиентов в разработанных образцах показала, что в пределах срока годности (30 суток) снижение содержания витаминов составляет в среднем 10 %, содержание ПНЖК соответствует закладке.

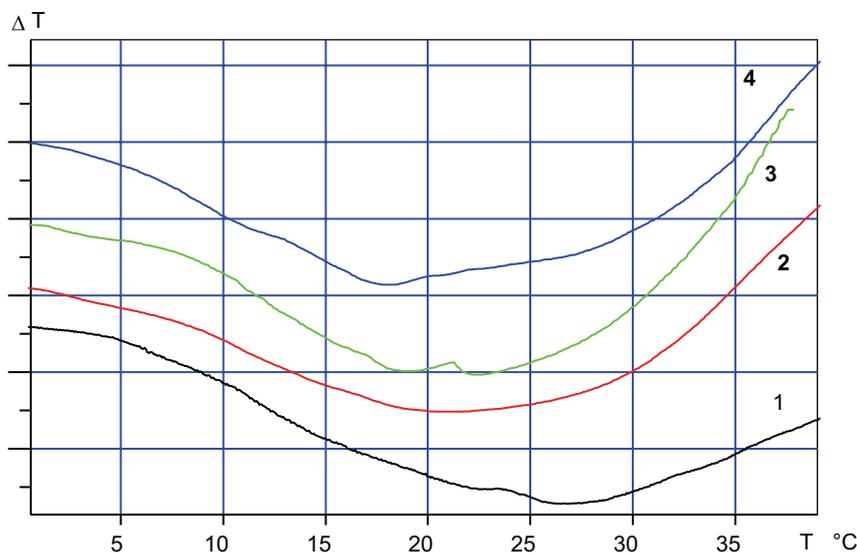


Рис. 1. Кривые дифференциально-термического анализа (1 — масло, 2 — спред 20, 3 — спред 40, 4 — спред 60)

Fig. 1. The curves of differential thermal analysis (1 - butter, 2 - spread 20, 3 - spread 40, 4 - spread 60)

Кривые дифференциально-термического анализа спредов, по сравнению с кривыми сливочного масла, характеризуются более широким и пологим эндотермическим пиком, что обусловлено большим разнообразием входящих в их состав триглицеридов жирных кислот (рис. 1). Такие спреды — аналоги сливочного масла — могут использоваться как в виде бутербродного продукта, так и качестве рецептурного компонента при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

В настоящее время основной масличной культурой в Республике Беларусь является яровой и озимый рапс, посевы которого лишь частично обеспечивают потребность масложировой отрасли в сырье. Сложность производства масличных семян в Республике Беларусь обусловлена геоклиматическими условиями нашего региона, поэтому развитие сырьевой базы для изготовления пищевого растительного масла является весьма важным стратегическим направлением. Наиболее рационально расширить ассортимент масличных культур Беларуси за счет еще одного растения семейства крестоцветных — горчицы сарептской [11]. При этом актуальным направлением исследований является изучение технологических режимов извлечения горчичного масла с высокими показателями качества и максимальным количеством аллилизотиоцианата, определяющего высокую окислительную устойчивость и антибактериальные свойства горчичного масла и жмыха [12].

В целях совершенствования технологий добычи и переработки растительного масла установлены зависимости влияния технологических факторов (температуры, продолжительности тепловой обработки) на извлечение и качество получаемого масла из семян горчицы отечественной селекции. Установлено, что предварительное нагревание семян до 40–60 °С в течение 15 минут оказывает благоприятное влияние на выход масла, извлекаемого прессовым способом.

Геоклиматические условия Беларуси не всегда способствуют достижению биологической зрелости семян в поле, в результате чего свежесобранные масличные семена характеризуются незавершенностью биохимических процессов, протекающих в семенах при созревании. Основные технологические операции послеуборочной обработки семян, поступающих на маслодобывающие предприятия, такие как очистка, временное хранение влажных семян и сушка, во многих случаях не позволяют достичь семенам состояния физиологической зрелости. Как следствие, получаемое из них масло, характеризуется высоким содержанием хлорофиллов, что затрудняет их последующую рафинацию и сокращает сроки хранения масла, а также повышенными значениями кислотного и перекисного числа, что приводит к снижению их гидролитической и окислительной устойчивости [13–15].

На основе исследований изменения в маслосеменах рапса и горчицы сарептской в процессе послеуборочного дозревания и последующего хранения удельной активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов (липазы и липоксигеназы), и физико-химических показателей (масличности, влажности, кислотного и перекисного числа), получены аналитические зависимости, позволившие оптимизировать процесс послеуборочного дозревания и последующего хранения маслосемян горчицы сарептской и рапса. Определяющими параметрами послеуборочного дозревания являются температура, влажность, степень аэрации семенной массы. В этот период семена следует хранить при температуре от 15 до 30 °С, в условиях активного вентилирования сухим воздухом, при влажности маслосемян ниже критической или в ее пределах (не более 7–8 % — для рапса, не более 10 % — для горчицы сарептской). Об окончании периода дозревания маслосемян свидетельствует относительная стабилизация основных показателей (влажности, масличности, содержания пигментов, кислотного и перекисного числа), интенсивности биохимических процессов (дыхания и активности ферментов). При изучении динамики показателей установлено, что продолжительность послеуборочного дозревания для исследуемых маслосемян горчицы сарептской составляет 20–25 суток, для маслосемян рапса этот период составляет 40–45 суток при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности 40 ± 2 %. [16].

Следует отметить, что только в периоде послеуборочного созревания, протекающем при относительно высоких температурах, преобладают синтетические процессы, подобные наблюдаемым при естественном созревании на растении, что сопровождается улучшением технологических свойств семян. Основным периодом хранения имеет преимущественно деструктивный характер, поэтому в семенах, не подвергшихся послеуборочному дозреванию, даже при практически идеальных условиях хранения идут активные процессы распада, значительно снижающие качество семян и сокращающие их срок хранения [17].

На основании полученных исследований разработаны рекомендации по проведению послеуборочного дозревания и хранения масличного сырья. Представленные в них научные сведения могут быть использованы предприятиями, осуществляющими заготовку, хранение и переработку маслосемян, для оптимизации существующих технологий послеуборочного дозревания и хранения масличного сырья, повышения технологического качества перерабатываемых семян с целью получения высококачественной масложировой продукции.

Одной из актуальных проблем масложировой промышленности является производство жиров специального назначения с заданными свойствами (твердость, пластичность, определенная температура плавления, застывания и т.п.). Перспективным направлением получения специальных жиров, в том числе кондитерских, является переэтерификация. Данный способ в отличие от гидрогенизации позволяет получить жир ожидаемых характеристик без образования транс-изомеров жирных кислот [18–20].

В процессе переэтерификации происходит изменение свойств жира в результате перемещения кислотных радикалов в триглицеридах внутри или между молекулами. Переэтерификация проходит при участии катализаторов, которые позволяют значительно ускорить процесс. В качестве катализаторов процесса переэтерификации могут использоваться вещества, имеющие химическую и биологическую природу.

Процесс химической переэтерификации можно рассматривать как случайное удаление жирных кислот из молекул триглицеридов, перемешивание этих кислот и присоединение к глицериду жирных кислот, выбранных случайно. Таким образом, распределение жирных кислот в триглицеридах в процессе химической переэтерификации происходит неспецифично (то есть остатки жирных кислот меняются во всех трех положениях).

В качестве катализаторов химической переэтерификации чаще всего используют метилаты, этилаты или гидроксиды натрия или калия.

Достоинства химической переэтерификации:

- ♦ быстрота протекания реакции (5–10 мин);
- ♦ воспроизводимость процесса (при соблюдении постоянства состава жирных кислот);
- ♦ возможность производить продукт партиями различного объема и ассортимента.

Недостатком данного вида переэтерификации является пожаро- и взрывоопасность используемых катализаторов при их контакте с водой.

Энзимная (ферментативная) переэтерификация осуществляется в присутствии в качестве катализатора специфичных и неспецифичных липаз. Использование неспецифической липазы не имеет преимуществ перед обычными химическими методами, а применение 1,3-специфических липаз позволяет производить продукты, имеющие особый триглицеридный состав, например эквиваленты масла-какао.

В отличие от химической переэтерификации применение ферментных препаратов позволяет вести процесс при более низких температурах без образования побочных продуктов. Однако широкое использование энзимной переэтерификации ограничено ее высокой стоимостью.

На основании изучения кинетики процесса переэтерификации пальмового масла и свиного жира, смесей данных жиров с говяжьим жиром и рапсовым маслом установлено влияние технологических факторов (дозировок катализатора, продолжительности и температуры реакции, количественного соотношения жирового сырья) на физико-химические показатели переэтерифицированных жиров (рис. 2-4).

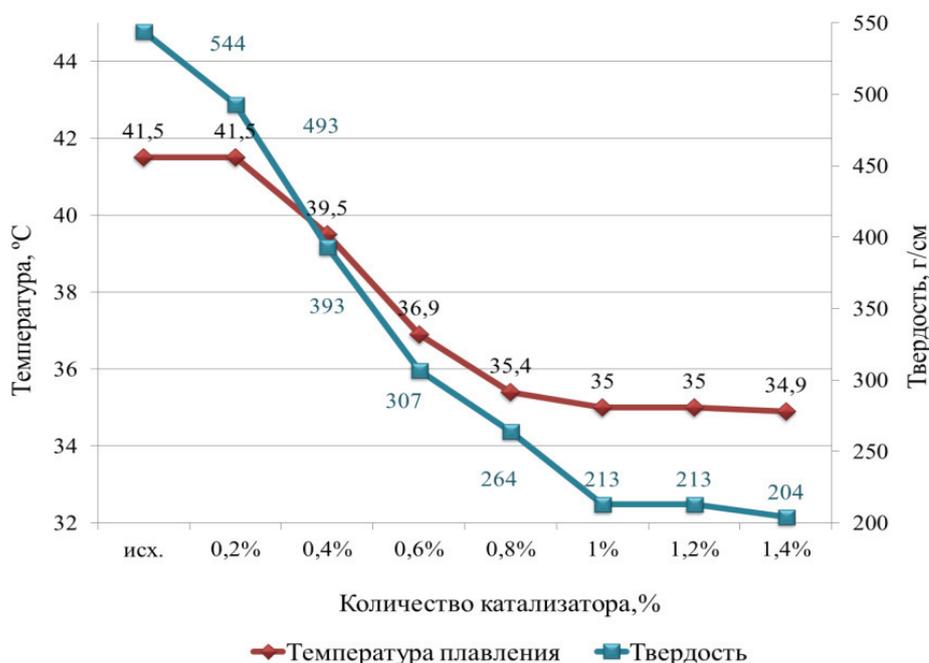


Рис. 2. Зависимость температуры плавления и твердости переэтерифицированной смеси жиров от содержания катализатора (этилата натрия)

Fig. 2. Dependence of the melting point and hardness of the transesterified mixture of fats on the content of the catalyst (sodium ethylate)

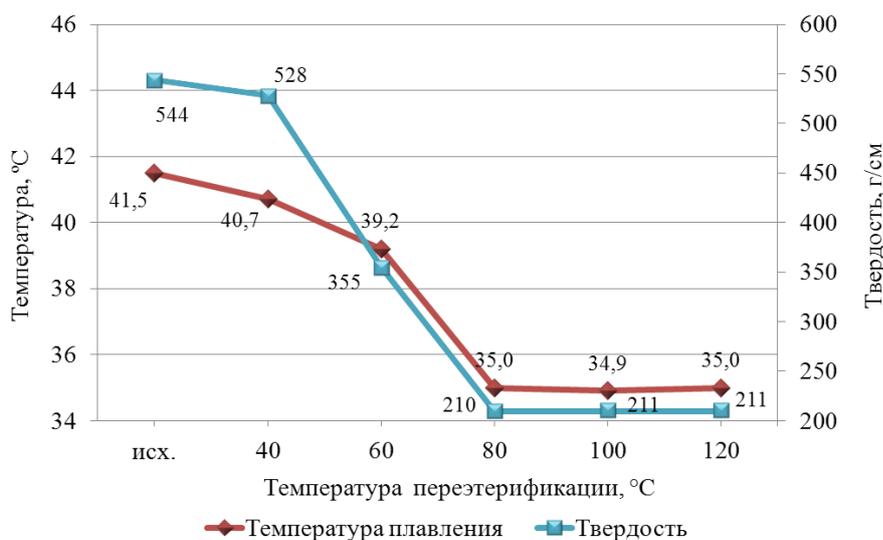


Рис. 3. Зависимость температуры плавления и твердости модельных смесей жиров от температуры переэтерификации
 Fig. 3. Dependence of the melting point and hardness of model mixtures of fats on the temperature of transesterification

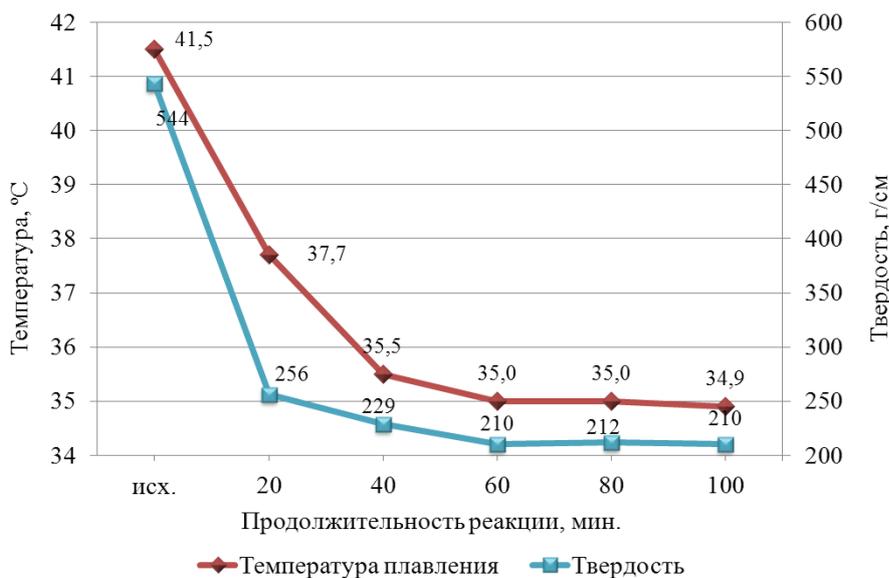


Рис. 4. Зависимость температуры плавления и твердости модельных смесей жиров от продолжительности переэтерификации
 Fig. 4. Dependence of the melting point and hardness of model mixtures of fats on the duration of transesterification

На основании исследований определены оптимальные технологические режимы процесса химической и ферментативной переэтерификации.

Для химической (с использованием этилата натрия): содержание катализатора — 1 %, температура реакции — 80 °C, продолжительность реакции — 60 мин.

Для ферментативной: содержание фермента — 10 %, температура реакции — 70 °C, продолжительность реакции до 4 часов, в зависимости от требований, предъявляемых к конечному продукту.

Установлено, что триглицеридный состав, а следовательно, и физические показатели статистически переэтерифицированных жировых смесей однозначно определяются лишь количеством на-

сыщенных и ненасыщенных жирных кислот в смеси, т.е. не зависят от исходного триглицеридного состава жирового сырья, взятого для переэтерификации. Следовательно, для увеличения содержания смешанных глицеридов наиболее целесообразно переэтерифицировать жиры в соотношении, соответствующем отношению насыщенных жирных кислот к ненасыщенным жирным кислотам, близком 1:1 [21].

Изучено влияние переэтерифицированных смесей различного состава на физико-химические и реологические свойства жировых систем для изготовления жиров специального назначения. Результаты исследований показали возможность изменения свойств жиров специального назначения введением переэтерифицированных жиров с отличными от исходных жиров физическими показателями, что позволяет модифицировать свойства исходных жиров в необходимом производителю направлении [22].

Одним из видов продукции, изготавливаемой организациями масложировой отрасли, является мыло. Классическую основу твердого мыла составляют натриевые соли высших карбоновых кислот. В целях придания мыловаренной продукции необходимых реологических характеристик и повышения пенообразующей и моющей способности, в том числе в жесткой воде, в состав мыла вводят разнообразные поверхностно-активные вещества (ПАВ) и пластифицирующие компоненты.

В ходе проведения фундаментальных исследований установлено влияние наиболее широко применяемых ПАВ на качественные показатели мыловаренной продукции (пенообразующая и моющая способность, твердость, растворимость, набухаемость, скорость расходования), что позволило разработать рекомендации по применению ПАВ при производстве мыла, обеспечивающие расширение ассортимента выпускаемой мыловаренной продукции и повышение ее качества.

Среди многообразия мыловаренной продукции на внутреннем рынке постоянным потребительским спросом пользуются прозрачные (глицериновые) мыла. Наиболее распространенным способом получения прозрачных мыл является метод отливки, при котором твердую форму обычного туалетного мыла растворяют в кипящем этаноле или в смеси этанол-вода. Недостатками данного метода является большая продолжительность процесса созревания мыла (6–8 недель) и применение пожароопасного летучего и токсичного растворителя. Поэтому для промышленного производства прозрачного мыла необходим поиск решений, позволяющих сократить время созревания, а также свести к минимуму или исключить применение в процессе производства летучего спирта при сохранении в то же время твердости и прозрачности мыла.

С целью решения поставленной задачи проведены комплексные исследования по изучению влияния жирового сырья, применяемого ОАО «Гомельский жировой комбинат», и различных многоатомных спиртов (пропиленгликоля, глицерина, сорбита) на качественные показатели мыловаренной продукции (прозрачность, твердость, пенообразующая способность, гигроскопичность, скорость растворения, скорость «созревания»).

Установлено, что глицерин является обязательным компонентом в производстве прозрачного мыла без использования этанола. Удовлетворительная прозрачность наблюдается у образцов с содержанием глицерина от 30%. Увеличение количества вводимого глицерина (более 40%) усиливает прозрачность, но снижает степень набухания мыла при увеличении скорости его растворения. Гигроскопичность у таких образцов возрастает как при хранении в сухом помещении, так и во влажной среде, что приводит к появлению на поверхности образцов конденсата.

Введение всех многоатомных спиртов оказывает отрицательное влияние на пенообразующую способность мыла, поэтому обязательным условием производства прозрачных мыл является введение различных поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые обеспечивают глицериновому мылу обильное пенообразование и моющий эффект. Результаты исследования экспериментальных образцов мыла с вводом ПАВ показали, что технологический эффект от введения ПАВ не зависит от его класса, а определяется индивидуальными особенностями конкретного ПАВ. Для увеличения пенообразования прозрачных мыл целесообразно использовать анионный C_{14-16} α -олефинсульфонат натрия, амфотерный кокамидопропил бетаин и неионогенный алкилполиглицозид C_{8-14} . Введение ПАВ оказывает положительное влияние на стабилизацию структуры прозрачного мыла, замедляя десорбцию влаги в сухой среде и предотвращая образование конденсата во влажной среде.

Отработаны температурные режимы для каждой стадии технологического процесса. Установлено, что скорость растворения мыльной стружки имеет логарифмическую зависимость от температуры. Оптимальная температура варки мыла находится в пределах 55–75°C. Температура розлива (фасовки) мыла должна быть не менее 30°C.

Проведенные исследования позволили разработать отечественную технологию получения прозрачного туалетного мыла, позволяющую исключить применение этилового спирта и значительно ускорить процесс получения товарного продукта (рис. 5).

Стремительное развитие современного общества в значительной степени влияет на технологии изготовления продовольственных товаров. На смену продуктам питания в традиционном их виде приходят сложные комплексные пищевые продукты, позволяющие с высокой эффективностью обеспечить организм не только энергией, но и необходимыми для функционирования биологически активными веществами [23]. Поэтому актуальными являются исследования механизмов образования низкоразмерных молекулярных систем из композиций витаминов различной полярности и биологических макромолекул на базе знаний из молекулярной биофизики и коллоидной химии [24].

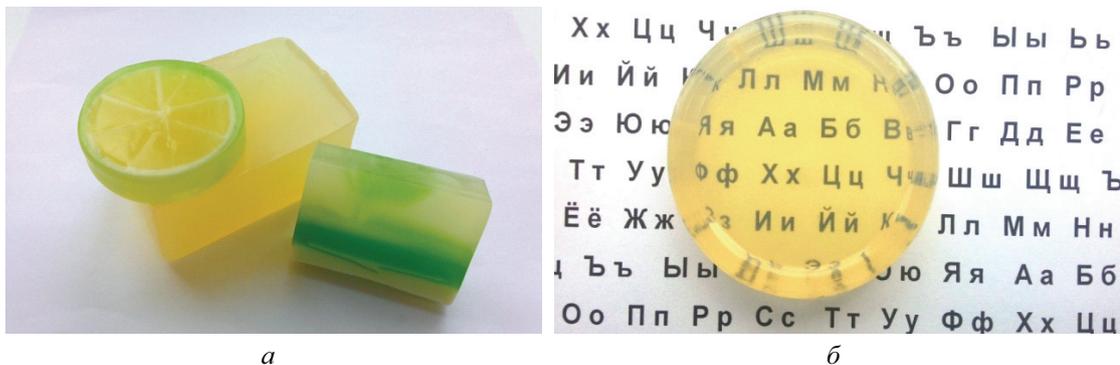


Рис. 5. Образцы глицеринового мыла, полученное по экспериментальной технологии (а), тест на прозрачность экспериментальных образцов (б)
 Fig. 5. Samples of glycerin soap obtained by experimental technologies (a), test for the transparency of experimental samples (b)

Введение в масложировые продукты неполярных соединений не представляет проблемы. Однако возникают технологические трудности связывания водорастворимых витаминов с неполярными липидными средами, а также жирорастворимых — с продуктами на водной основе.

С целью получения субстанций, пригодных для введения водорастворимых витаминов в масложировые продукты сотрудниками Белорусского государственного экономического университета разработан новый метод получения наноструктурной дисперсной системы водорастворимых витаминов в растительном масле с использованием ультразвуковой техники и высокоскоростной гомогенизации (рис. 6) [25, 26].

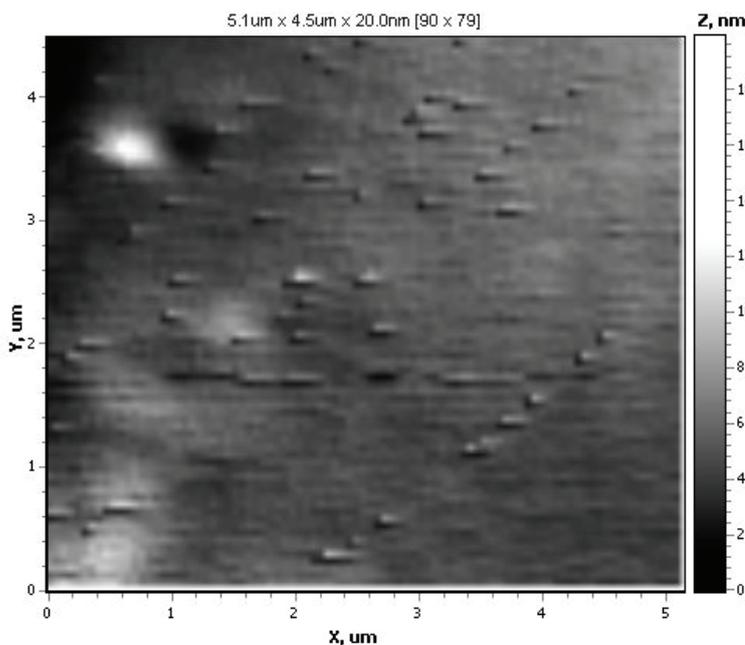


Рис. 6. 2D АСМ-изображение наносом с витаминами E, B₁, B₆ на кремниевой подложке
 Fig. 6. 2D AFM image with vitamins E, B₁, B₆ on a silicon substrate

В научно-исследовательской лаборатории отдела технологий кондитерской и масложировой продукции исследовалось влияние наносомных препаратов с введением витаминов B_6 , B_9 на показатели качества масложировых продуктов различного состава (растительное масло, майонез, спред).

Установлено, что внесение витаминных коллоидов не оказывает негативного воздействия на физико-химические свойства эмульсионных продуктов, однако значительно ускоряет скорость гидролитических и окислительных процессов в растительном масле: кислотное число витаминизированного масла к концу исследуемого периода увеличилось на 39,0–41,2% (контроль — на 13,3%); перекисное число — на 53,5–56,5% (контроль — на 6,7%). Продолжительность индукционного периода витаминизированного масла по сравнению с контролем снизилась на 22,3 — 25,5%.

С учетом содержания витаминов в исходном коллоиде и исходной энергетической ценности продукции определены требования к количеству вводимого витаминного коллоида, в расчете на 100 ккал майонеза и спреда. Вследствие термолабильности витаминов группы В установлена целесообразность введения витаминных коллоидов в смеси с растительным маслом при температуре 20–25°C на стадии приготовления «грубой» майонезной эмульсии или перед стадией пластификации спреда. Исследования содержания витаминов B_6 , B_9 в процессе хранения выявили их хорошую сохранность в течение исследуемого периода хранения (потери витаминов составили менее 3%).

В современных условиях развитие отечественной масложировой промышленности направлено на производство конкурентоспособных растительных масел. При этом технологические процессы маслособывающих предприятий в основном организованы таким образом, что из сырья извлекается лишь основной компонент. В тоже время современная организация масложировых предприятий предусматривает применение комплексных эффективных решений по переработке растительного сырья с получением не только высококачественной основной продукции, но и комплексного использования образующихся побочных продуктов. Важнейшим процессом при переработке растительных масел является выделение из масел фосфолипидов (фосфатидов), являющихся источником крайне востребованных пищевых лецитиновых эмульгаторов и кормовых концентратов [27].

Водонерастворимые амфифильные молекулы фосфолипидов с водой в маслах способны лишь к образованию регулярных структур в условиях воздействия внешних факторов. Так, в узлах стоячих ультразвуковых волн молекулы фосфолипидов в зависимости от их концентрации могут формировать в присутствии воды мицеллы, бислойные и многослойные униламеллярные и мультиламеллярные глобулярные везикулы (липосомы), линейные размеры которых характеризуются десятками нанометров. Осаждение везикул и их агрегатов в градиенте центробежных сил позволяет получить субстанцию, близкую к характеристикам, предъявляемым к готовому фосфатидному концентрату. Таким образом, сочетание методов ультразвуковой обработки масел с центробежными, например, центрифугированием, сепарированием, дает возможность разработать способ получения фосфатидной фракции изначально в виде дисперсии.

УО «БГЭУ» разработан метод наноструктурирования фосфатидов в нерафинированных растительных маслах с использованием ультразвука [28, 29]. Агрегатное состояние осадка позволяет отделять супернатант простым сливом (рис. 7).



Рис. 7. Наноструктурированное ультразвуком в присутствии воды подсолнечное масло после центрифугирования (а), фосфолипидная эмульсия после слива супернатанта (б)

Fig. 7. Nanostructured by ultrasound in the presence of water sunflower oil after centrifugation (a), phospholipid emulsion after draining the supernatant (b)

Установлено, что масляно-фосфатидные концентраты, полученные по экспериментальной технологии, представляют собой более концентрированный продукт по сравнению с концентратами, полученными по традиционной технологии. Содержание фосфолипидов в конечном продукте, полученном по экспериментальной технологии по сравнению с традиционной, возросло на 6,5–9,9 %, содержание масла уменьшилось на 6,0–15,8 %, содержание влаги уменьшилось на 66,7–80 %. Обработка масел ультразвуком увеличивает степень их гидратации в среднем на 10%. Результаты определения группового состава фосфолипидов показали, что подсолнечный и рапсовый масляно-фосфатидные концентраты характеризуются наибольшим содержанием фосфатидилхолинов (до 50%), обладающих широким спектром физиологического действия. В подсолнечном масляно-фосфатидном концентрате соотношение фосфатидилхолина/фосфатидилэтаноламина, характеризующее гидрофильно-липофильный баланс эмульгаторов, составляет 1,7:1 (что позволяет позиционировать его как гидрофильный эмульгатор), в соевом — 1:1, в рапсовом — 1,25:1, что свидетельствует о возможности их использования в качестве как гидрофильных, так и гидрофобных эмульгаторов.

На основе анализа гидрофильно-липофильного баланса масляно-фосфатидных концентратов исследована возможность их применения в качестве пищевых эмульгаторов (при изготовлении майонезной и маргариновой продукции) и кормовых добавок.

Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда. При любом способе тепловой обработки в жирах происходят физико-химические изменения, обусловленные воздействием на жир высокой температуры, воздуха и химическим составом обжариваемых продуктов. Наряду с высокой температурой на изменение органолептических и физико-химических свойств жиров влияют также длительность процесса, загрязнение жира частицами обжариваемого продукта, которые при высоких температурах подвергаются химическим превращениям.

Физико-химические изменения жиров при высокотемпературной обработке сводятся к следующим основным процессам:

- ♦ гидролитическому расщеплению;
- ♦ термическому окислению;
- ♦ полимеризации.

Под воздействие высокой температуры жиры темнеют, приобретают прогорклый вкус и неприятный запах. В них снижается содержание жирорастворимых витаминов и полиненасыщенных жирных кислот. Микробиологические исследования последних лет показали, что продукты окисления, пиролиза и полимеризации раздражают стенки пищеварительного тракта и печени, приводят к воспалению этих органов.

Большое внимание в настоящее время уделяется определению содержания в продуктах питания полициклических ароматических углеводородов, как наиболее изученных и часто встречающихся канцерогенов.

Канцерогенная активность реальных сочетаний полициклических ароматических углеводородов (РАК) на 70–80 % обусловлена 3, 4-бенз(а)пиреном, который был идентифицирован в 1933 г. как канцерогенный компонент сажи и смолы. В пищевом сырье, полученном из экологически чистых растений, концентрация бенз(а)пирена 0,03–1,0 мкг/кг. Условия термической обработки значительно увеличивают его содержание до 50 мкг/кг и более [30].

Бенз(а)пирен опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством биоаккумуляции. Международная группа экспертов отнесла бенз(а)пирен к числу агентов, для которых имеются ограниченные доказательства их канцерогенного действия на людей и достоверные доказательства их канцерогенного действия на животных. Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 024/2011 определено предельное содержание данного вещества в растительных маслах — не более 0,002 мг/1 кг.

В 2001 году Научный комитет по продуктам питания ЕС, обновляя свое заключение от 16 декабря 1994 года, на основании новых научных данных установил допустимый уровень суточного потребления для еще одного контаминанта — 3-монохлор-1,2-пропандиола (3-МХПД) — 2 мкг/кг массы тела. В рафинированных маслах и жирах 3-МХПД встречается в форме сложных эфиров жирных кислот. Сложные эфиры 3-монохлор-1,2-пропандиола — производственные контаминанты, образующиеся при воздействии высоких температур из ацилглицеринов в присутствии хлорированных соединений. Эфиры 3-МХПД ранее не оценивались Комитетом, как потенциально опасные соединения, однако проведенные исследования показали, что в организме под воздействием липазы эфиры 3-МХПД очень быстро гидролизуются до 3-МХПД, обладающего высокой токсичностью.

К потенциально опасным соединениям относят также глицидиловые эфиры жирных кислот. Глицидиловые эфиры в большинстве случаев образуются в ходе рафинации растительных масел из ди-

ацилглицеринов под воздействием высоких температур и не нуждаются в присутствии хлорированных соединений. При этом большое значение имеет время воздействия повышенной температуры.

В желудочно-кишечном тракте под воздействием липазы глицидиловые эфиры жирных кислот гидролизуются до глицидола, который является генотоксичным и канцерогенным соединением. С февраля 2018 года в Европейском Союзе установлены максимальные уровни содержания 3-МХПД и глицидиловых эфиров жирных кислот (выраженных как глицидол) в растительных маслах, молочных детских смесях, молочных смесях второго уровня и специализированных лечебных продуктах питания, предназначенных для грудных и маленьких детей (регламент ЕС № 1881/2006) [31].

На территории стран Евразийского экономического Союза (ЕАЭС) решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 06.08.2019 № 132 в раздел 1 главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору в перечень показателей безопасности растительных масел, предназначенных для непосредственного употребления в пищу или используемых в качестве продовольственного (пищевого) сырья, внесены дополнения, устанавливающие максимально допустимый уровень содержания глицидиловых эфиров жирных кислот в пересчете на глицидол на уровне 1,0 мг/кг. При использовании растительного масла в качестве сырья при изготовлении продуктов детского питания, допустимый уровень глицидиловых эфиров в пересчете на глицидол не должен превышать 0,5 мг/кг.

В результате проведенных в 2019–2020 гг. исследований впервые в Республике Беларусь проведена апробация методов определения содержания 3-монохлор-1,2-пропандиола (3-МХПД), сложных эфиров 3-МХПД и глицидола с применением газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

Исследовано содержание 3-МХПД, сложных эфиров 3-МХПД и глицидола в жировом сырье, поступающем на промышленную переработку и на различных стадиях технологического процесса рафинации масел и жиров. Результаты исследования показали, что в растительных маслах 3-МХПД представлены в виде сложных эфиров. Наименьшее содержание эфиров 3-МХПД отмечается в жидких растительных маслах (рапсовом, соевом и подсолнечном), наиболее высокое — в пальмовом масле и пальмовом олеине.

Проведен анализ влияния продолжительности высокотемпературного нагрева, а также состава пищевой продукции на динамику показателей безопасности (кислотного, перекисного числа), содержание бенз(а)пирена, сложных эфиров 3-МХПД и глицидола различных видов масел.

Исследовано накопление в продукции различного состава бенз(а)пирена под влиянием высоких температур при приготовлении с использованием разных видов масел [32].

По совокупности показателей наименее устойчивым к высокотемпературной обработке независимо от используемого сырья показало себя рапсовое масло. Так, перекисное число рапсового масла к концу исследований по сравнению с исходными показателями увеличилось в 26,2–39,3 раза. Наименьшая скорость окисления при обжарке всех видов продукции наблюдалась у пальмового олеина (в 1,2–1,8 раз).

Уровень содержания бенз(а)пирена в пищевой продукции напрямую зависит от вида масла, степени впитывания масла продуктом, зависящей от состава продукта и температуры обжарки. Увеличение температуры обжаривания (от 160°C при обычной жарке до 180°C при обжарке во фритюре) снижает количество впитанного продуктом масла и уровень бенз(а)пирена в готовой продукции. Наибольшее количество бенз(а)пирена выявлено в образцах подсолнечного и рапсового масел (2,76 и 2,65 мкг/кг).

Сравнительный анализ содержания эфиров 3-МХПД и глицидола в исследуемых маслах при различных способах обжарки показал, что динамика изменения исследуемых контаминантов определяется совокупностью воздействия различных факторов, в том числе температурой, жирнокислотным составом масла, видом обжариваемого продукта. Наиболее глубокие негативные изменения в содержании глицидола при высокотемпературной обработке пищевой продукции наблюдаются в кокосовом масле.

С учетом выявленных зависимостей параметров высокотемпературной обработки пищевой продукции и накопления в продукции потенциально опасных веществ разработаны научно обоснованные рекомендации по снижению образования потенциально опасных соединений в пищевой продукции.

Заключение. Таким образом, перспективными направлениями дальнейших научных исследований являются разработка способов и методов с использованием современного инструментария (ферментативная обработка, использование физико-химических способов воздействия), позволяющих обеспечить глубокую переработку масличных культур с получением не только чистого масла, как конечного продукта, но и сопутствующих составляющих (шрот, пищевые белки различной степени концентрации и т.д.); комплексная переработка масложирового сырья и моделирование составов, обладающих высокой полифункциональной активностью, а также разработка жировых продуктов

с улучшенным составом жирных кислот, биологически активных добавок, специальных жиров для кондитерской, хлебопекарной, молочной и других отраслей пищевой промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тихомирова, Н. А.* Технология продуктов функционального питания / Н. А. Тихомирова. — М., 2002. — 213 с.
2. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. — СПб.: ГИОРД, 2001. — С. 359 — 363.
3. *Бабодей, В. Н.* Масложировая отрасль Республики Беларусь: научное сопровождение / В. Н. Бабодей // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2015. — № 1. — С. 41–47.
4. *Егорова, Н. Н.* Роль полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -6 в диетическом лечебно-профилактическом питании лиц пожилого возраста / Н. Н. Егорова, В. В. Зайцев // Здоровое питание населения России: (материалы VII Всероссийского конгресса. — М., 2003. — С.173–174.
5. *Ипатов, Л. Г.* Новые направления в создании функциональных жировых продуктов / Л. Г. Ипатов, А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев // Пищевая промышленность. — 2007. — №1 — С.12–14.
6. *Беркетова, Л. В.* Биологически активные добавки — источники пищевых волокон / Л. В. Беркетова // Пищевая промышленность. — 2003. — № 6. — С. 80–82.
7. *Сергеев, В. Н.* Оптимизация питания — фундаментальный фактор сохранения здоровья и долголетия / В. Н. Сергеев // Клиническая диетология. — 2004. — Т.1. — № 2. — С. 134–138.
8. *Гаврилова, Е. Б.* Тенденции развития технологий и рецептур спредов / Е. Б. Гаврилова, А. А. Ливинский // Спреды и смеси топленые: сборник докладов Междунар. научно-практ. конф.-выставки, Москва, 19-21 дек. 2005 г.; МГУПП. — М., 2005. — С.74–80.
9. *Пчельникова, А. В.* Низкожирные соусы-дрессинги / А. В. Пчельникова, Д. А. Хоняк, И. Л. Гайдим, О. В. Шуляковская // Масложировая промышленность. — 2008. — № 2. — С.19–22.
10. *Хоняк, Д. А.* Спреды — новый вид масложировой продукции. / Д. А. Хоняк, А. В. Пчельникова, Н. Г. Миранцова, И. И. Кондратова // Хлебопек. — 2006. — №5. — С. 15–17.
11. *Лисицын, А. Н.* Традиционные и новые виды масличных культур для выращивания и переработки в зонах засушливого земледелия / А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2000. — № 11. — С. 30–35.
12. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / редкол.: А. Г. Сергеев [и др.]. Т. I, кн. первая: Прием, послеуборочная обработка и хранение масличных семян. Подготовительные операции при переработке масличных семян. — 2-е изд., доп. и перераб. — Ленинград, 1975. — 727 с.
13. *Пилипюк, В. Л.* Технология хранения зерна и семян / В. Л. Пилипюк. — Саратов: Вузовский учебник, 2009. — 310с.
14. *Акаева, Т. К.* Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел: учеб.пособие/ Т.К. Акаева, С.Н. Петрова. — Иваново: ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. — 124 с.
15. *Мирзоев, А. М.* Ферментативные процессы при хранении и переработке масличных семян в производстве растительных масел/ А.М. Мирзоев// Техничко-технологические проблемы сервиса.— 2015. — №2(32). — С. 31–36.
16. *Жакова, К. И.* К вопросу о послеуборочном дозревании маслосемян рапса и горчицы / К.И. Жакова, В.Н. Бабодей, А.В. Пчельникова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — №4 (38). — С. 55–59.
17. *Ловкис, З. В.* Исследование влияния послеуборочного дозревания на качественные показатели маслосемян рапса и горчицы сарептской при последующем хранении / З.В. Ловкис, А.В. Пчельникова, В.Н. Бабодей, К.И. Жакова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2018. — N 3. — С. 366–381.
18. *О’Брайан, Р.* Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р.О’Брайан. — СПб.: Профессия, 2007. — 148 с.
19. *Кондратова, И. И.* Исследование свойств модельных жировых смесей для маргариновой продукции / И.И. Кондратова, В.Н. Бабодей, В.С. Голубева, А.В. Пчельникова, О.А. Шавковская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — № 4. — 2013. — С. 48 — 55.
20. *Мельников, В. В.* Перезтерифицированные жиры / В.В. Мельников // Партнер: молочная индустрия. — 2010. — №3. — С. 66–70.
21. *Пчельникова, А. В.* Исследование влияния химической перезтерификации на качественные показатели жиров / А.В. Пчельникова, В.Н. Бабодей, К.И. Жакова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2016. — №4. С. 29-37.

22. Пчельникова, А. В. Анализ проблем качества жиров целевого использования / А.В. Пчельникова, В.Н. Бабодей // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XV Международной научно-практической конференции; Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — С. 371-374.
23. Gibson, G.R. Functional foods. Concept to product / G.R. Gibson, C.M. Williams. — Cambridge: CRC Press, 2001. — 374 p.
24. Михаловский, И. С. Биофизика производственных процессов — методологическая основа создания новых продуктов / И.С. Михаловский, М.В. Самойлов, Н.П. Кохно // Сб. науч. тр. Белорус. гос. экон. ун-та. — Минск: БГЭУ. — 2010. — С. 275 — 280.
25. Михаловский, И.С. Глицеридные дисперсии с пиридоксином и фолиевой кислотой для продуктов профилактического направления / И.С. Михаловский, В.Н. Бабодей, А.В. Пчельникова // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем: сб. статей в 2 ч. под ред. И.Д. Волотовского, С.Н. Черенкевича. — Минск: Изд. центр БГУ, 2016. — Ч. 1. — С. 138 — 140.
26. Михаловский, И.С. Витаминные препараты на основе триглицеридных наноструктур / И.С. Михаловский, Г.Б. Мельникова, В.Н. Бабодей, А.В. Пчельникова // Наноструктурные материалы 2016: Беларусь-Россия-Украина (НАНО-2016): материалы V Международной научно-практической конференции. — Минск: Беларуская навука, 2016. — С. 431 — 434.
27. Арутюнян, Н. С. Фосфолипиды растительных масел / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. — М.:Агропромиздат, 1986. — 256 с.
28. Михаловский, И.С. Формирование наноструктурной фосфолипидной фазы в нативных маслах растительного происхождения / И.С. Михаловский, Н.П. Матвейко, Г.Б. Мельникова, В.Н. Бабодей, А.В. Пчельникова // VI Съезд биофизиков России: научные труды, 16-21 сентября 2019 г. Сочи / Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец», 2019. — Т. 1. — С. 261-262.
29. Михаловский, И. С. Фосфатидные концентраты, выделенные из растительных масел ультразвуковым структурированием. Современные аспекты применения / И.С. Михаловский, Н.П. Матвейко, В.Н. Бабодей, А.В. Пчельникова // Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМ-ТРИБ-2019): тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф., 25-28 июня 2019 г., Гомель. — Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2019. — С. 148.
30. Беркетова, Л. В. Канцерогенные соединения, образующиеся в пищевых продуктах под действием тепловой обработки / Л. В. Беркетова, А. Д. Захарова // Бюллетень науки и практики. — 2017. — №2 (15). — С. 115–120.
31. Регламент комиссии (ЕС) № 1881/2006 от 19 декабря 2006 года, устанавливающий максимальные уровни некоторых контаминантов в пищевых продуктах.
32. Моргунова, Е. М. Исследование образования потенциально опасных соединений при приготовлении продукции во фритюре / Е. М. Моргунова, В. Н. Бабодей, А. В. Пчельникова // Пища. Экология. Качество: труды XVII международной научно-практической конференции, Новосибирск 18-19 ноября 2020 г. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та. — 2020. — № 4(41) — С. 418–422.

References

1. Tikhomirova, N. A. Technology of functional food products. M., 2002, 213 p.
2. Food chemistry / A. P. Nechaev [and others]; ed. A.P. Nechaeva, SPb.: GIORD, 2001, pp. 359 - 363.
3. Fat and oil industry of the Republic of Belarus: scientific support / VN Babodey // Food industry: science and technology: scientific and methodological journal / founder of the RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Belarus for Food”, 2015, no. 1, pp. 41- 47
4. Egorova, N. N. The role of polyunsaturated fatty acids of the ω -6 family in dietary therapeutic and prophylactic nutrition of the elderly / N.N. Egorova, V.V. Zaitsev // Healthy nutrition of the population of Russia (materials of the VII All-Russian Congress), M., 2003, pp. 173–174.
5. Ipatova, L. G. New directions in the creation of functional fatty products / L. G. Ipatova, A. A. Kochetkova, A. P. Nechaev // Food Industry, 2007, no. 1, P. 12-14.
6. Berketova L. V. Biologically active additives - sources of dietary fiber / L. V. Berketova // Food industry, 2003, no. 6, pp. 80-82.
7. Sergeev, V. N. Nutrition optimization is a fundamental factor in maintaining health and longevity / V. N. Sergeev // Clinical dietology, 2004, vol. 1, vol. 2.
8. Gavrilova, E. B. Trends in the development of technologies and spreads recipes / E. B. Gavrilova, A. A. Livinsky // Collection of reports Intern. scientific and practical. conference-exhibition “Spreads and melted mixtures”, Moscow, 19-21 December. 2005 // MGUPP, M., 2005, pp. 74 - 80.

9. Pchelnikova, A. V. Low-fat dressing sauces / A. V. Pchelnikova, D. A. Khonyak, I. L. Gaidym, O. V. Shulyakovskaya // *Oil and fat industry*, 2008, no. 2, pp. 19–22.
10. D. A., Khonyak Spreads - a new type of oil and fat products. / D. A. Khonyak, A. V. Pchelnikova, N. G. Mirantsova, I. I. Kondratova // *Baker*, 2006, no. 5, pp. 15–17.
11. Lisitsyn, A.N. Traditional and new types of oilseeds for growing and processing in arid farming zones / A.N. Lisitsyn, V.N. Grigorieva // *Storage and processing of agricultural raw materials*, 2000, no. 11, pp. 30–35.
12. Guidelines for the technology of production and processing of vegetable oils and fats / editorial board: A.G. Sergeev [and others], Leningrad, 1975, T. I, Book one: Reception, post-harvest processing and storage of oil seeds. Preparatory operations for the processing of oilseeds, 2nd ed., Add. and revised, 727 p.
13. Pilipyuk, V.L. Grain and seed storage technology / V.L. Pylypyuk, Saratov: University textbook, 2009, 310 p.
14. Akaeva, T.K. Fundamentals of chemistry and technology for the production and processing of fats. Part 1. Technology for producing vegetable oils: Textbook / T.K. Akaeva, S.N. Petrov, Ivanovo: GOUVPO Ivan. State Chem.-tehnol. univ., 2007, 124 p.
15. Mirzoev, A.M. Enzymatic processes during storage and processing of oil seeds in the production of vegetable oils / A.M. Mirzoev // *Technical and technological problems of service*, 2015, no. 2 (32), pp. 31–36.
16. Zhakova, K.I. On the issue of post-harvest ripening of oilseeds of rapeseed and mustard / K.I. Zhakova, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikova // *Food industry: science and technology*, 2017, no. 4 (38), pp. 55–59.
17. Lovkis, Z.V. Study of the effect of post-harvest ripening on the quality indicators of oilseeds of rape and mustard sarepta during subsequent storage / Lovkis Z.V., Pchelnikova A.V., Babodey V.N., Zhakova K.I. // *Vesci National Academy of Sciences of Belarus. (Gray Agrarian Science)*, 2018, no. 3, pp. 366–381.
18. O'Brian, R. Fats and Oils. Production, composition and properties, application / R. O'Brian, SPb.: Professiya, 2007, 148 p.
19. Kondratova, I.I. Investigation of the properties of model fat mixtures for margarine products / I.I. Kondratova, V.N. Babodey, V.S. Golubeva, A.V. Pchelnikova, O. A. Shavkovskaya // *Food industry: science and technology*, no. 4, 2013, pp. 48 – 55.
20. Melnikov, V.V. Transesterified fats / V.V. Melnikov // *Partner: dairy industry*, 2010, no. 3, p.p. 66–70.
21. A.V. Pchelnikova Investigation of the influence of chemical transesterification on the quality indicators of fats / A.V. Pchelnikova, V.N. Babodey, K.I. Zhakova // *Food industry: science and technology*, 2016, no. 4. — pp. 29–37.
22. Pchelnikova, A.V. Analysis of the quality problems of fats for targeted use / A.V. Pchelnikova, V.N. Babodey // *Materials of the XV International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in the Food Industry” / National Academy of Sciences of Belarus, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”, Minsk: Information and Computing Center of the Ministry of Finance*, 2016, pp. 371–374.
23. Gibson, G.R. Functional foods. Concept to product / G.R. Gibson, C.M. Williams, Cambridge: CRC Press, 2001, 374 p.
24. Mikhalovsky, I.S. Biophysics of production processes - a methodological basis for creating new products / I.S. Mikhalovsky, M.V. Samoilov, N.P. Kohno // *Sat. scientific. tr. Belarusian. state econom. univ*, Minsk: BSE, 2010, p.p. 275 - 280.
25. Mikhalovsky, I.S. Glyceride dispersions with pyridoxine and folic acid for prophylactic products / I.S. Mikhalovsky, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikova // *Molecular, membrane and cellular foundations of the functioning of biosystems: collection of articles. articles in 2 hours*, ed. I. D. Volotovskiy, S.N. Cherenkevich, Minsk: Publishing house. Center of BSU, 2016, Part 1, pp. 138 - 140.
26. Mikhalovsky, I.S. Vitamin preparations based on triglyceride nanostructures / I.S. Mikhalovsky, G.B. Melnikova, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikova // *Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference “Nanostructured Materials 2016: Belarus-Russia-Ukraine (NANO-2016)”*, Minsk: Publishing house. Belarusian Navuka, 2016, pp. 431 - 434.
27. Harutyunyan N.S., Kornena E.P. Phospholipids of vegetable oils, M.: Agropromizdat, 1986, 256 p.
28. Mikhalovsky, I.S. Formation of nanostructured phospholipid phase in native oils of vegetable origin / I.S. Mikhalovsky, N.P. Matveyko, G.B. Melnikova, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikova // *VI Congress of Biophysicists of Russia: scientific works*, September 16–21, 2019, Sochi / Krasnodar: Plekhanovets Printing Association, 2019, vol. 1, pp. 261–262.
29. Mikhalovsky, I.S. Phosphatide concentrates isolated from vegetable oils by ultrasonic structuring. Modern aspects of application / I.S. Mikhalovsky, N.P. Matveyko, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikov // *Intern. scientific and technical conf. “Polymer composites and tribology” (POLYKOMTRIB-2019): abstracts*, June 25–28, 2019, Gomel / Gomel: IMMS NAS of Belarus, 2019, pp. 148.

30. Berketova, L.V., Zakharova, A.D. Carcinogenic compounds formed in food products under the influence of heat treatment // *Bulletin of Science and Practice*, 2017, no. 2 (15), pp. 115–120.
31. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 laying down maximum levels for certain contaminants in food.
32. Morgunova, E.M. Investigation of the formation of potentially hazardous compounds during the preparation of products in deep fat / E.M. Morgunova, V.N. Babodey, A.V. Pchelnikova // *Food. Ecology. Quality: Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*, Novosibirsk, November 18-19, 2020 - Yekaterinburg: Ural Publishing House. state econom. univ., 2020, no. 4 (41), pp. 418-422.

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: info@belproduct.com

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: candy@belproduct.com

Пчельникова Анна Владимировна – научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». E-mail: candy@belproduct.com

Information about authors

Zhakova Kristina Ivanovna – Ph.D. (Technical), Scientific Secretary of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Babodey Valentina Nikolaevna – Head of the Technology Department of Confectionery and Fat-and-oil products of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Pchelnikova Anna Vladimirovna – Research Associate of the Technology Department of Confectionery and Fat-and-oil products of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

УДК 621.798
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-74-83](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-74-83)

Поступила в редакцию 21.04.2021
Received 21.04.2021

Н. Н. Петюшев, Д. И. Гоман, Л. В. Евтушевская, О. Н. Станкевич

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

РЫНОК КРАХМАЛОПРОДУКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ОТ НАУКИ К ПРОИЗВОДСТВУ

Аннотация. Выращивание и переработка картофеля — одно из традиционных и приоритетных направлений функционирования агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Одним из важнейших звеньев отрасли является производство картофельного крахмала. Он применяется в таких отраслях промышленности, как пищевая, бумажная, химико-фармацевтическая, текстильная, строительная, нефтегазодобывающая и других. Белорусский нативный крахмал пользуется спросом на внутреннем рынке и значительная часть его поставляется на экспорт.

В данной статье рассмотрена динамика производства, экспорта и импорта нативного и модифицированного крахмала в Республике Беларусь, а также представлены исследования по перспективной технологии производства сухого бурового раствора для нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: крахмал, модифицированный крахмал, нативный крахмал, буровой реагент, реагент для бурения.

N. N. Petyushev, D. I. Goman, L. V. Evtushevskaya, O. N. Stankevich

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

STARCH MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS: FROM SCIENCE TO PRODUCTION

Abstract. The cultivation and processing of potatoes is one of the priority areas of activity of the complex of the Republic of Belarus. One of the most important links in the industry is the production of potato starch. It is used in such industries as food, chemical and technical, textile, construction, oil and gas production and others. Belarusian native starch is not in demand on the domestic market and a significant part of it is exported.

This article examines the dynamics of production, export and import of native and modified starch to the Republic of Belarus, and also shows a promising technology for the production of dry drilling mud for the oil and gas industry.

Key words: starch, modified starch, native starch, drilling reagent, drilling reagent.

Введение. Крахмал и крахмалопродукты играют важную роль в народном хозяйстве. Они широко используются во многих отраслях пищевой промышленности: кондитерской, хлебопекарной, консервной, пищекоцентрированной, молочной, мясной, а также в текстильной, бумажной, кожевенной, полиграфической, фармацевтической промышленности, в металлургии и в быту [1].

Благодаря особенностям морфологической структуры и вкусовым качествам крахмал играет решающую роль в формировании текстуры и потребительских свойств многих продуктов питания. Использование крахмала на пищевые цели охватывает свыше 7000 различных продуктов питания [2].

Высокий темп инноваций, наблюдаемый в последнее время в крахмало-паточной отрасли, прежде всего связан с разработкой различных технологий модификации нативного крахмала, т.е. целенаправленного физико-химического воздействия, позволяющего управлять его качественными показателями [3].

Основная часть. С целью изучения рынка крахмала Республики Беларусь и установления возможности использования нативного крахмала для производства сухих буровых растворов проведен ана-

лиз статистических данных по производству, экспорту и импорту крахмалопродуктов. Изучили возможность получения сухого бурового раствора на основе нативного крахмала.

В настоящее время в Республике Беларусь функционируют около 20 предприятий государственной и частной формы собственности по переработке картофеля на крахмал и картофелепродукты. Имеющиеся мощности позволяют перерабатывать более 200 тыс. тонн картофеля в год, а также производить 25 тыс. тонн крахмала.

Ключевыми производителями нативного картофельного крахмала являются ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», ОАО «Гольшанский крахмальный завод», РУП «Толочинский консервный завод», филиал «Бродницкий крахмальный завод» — РПУП «Брестский ликероводочный завод «Белалко», ОАО «Верховичский крахмальный завод», ОАО «Борковский крахмальный завод», РУП «Минск Кристалл» — производственные цеха в Снове и Любани. Единственным производителем нативного кукурузного крахмала является РУП «Экзон-Глюкоза».

За последние годы картофелеперерабатывающая отрасль Беларуси существенно изменилась. Введены в эксплуатацию новые производства по выпуску крахмала в ОАО «Новая Друть» в Могилевской и ОАО «Отечество» в Брестской областях. В «Новой Друти» также построен цех по производству модифицированных крахмалов для целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь. В ОАО «Лидапищеконцентраты» восстановлен цех малой мощности по выпуску крахмала. Успешно работает новый завод в Гродненской области, который оснащен оборудованием шведской фирмы «Ларссон» мощностью переработки 300 тонн картофеля в сутки или 36 тыс. тонн за сезон (120 дней). На заводах в ОАО «Отечество» и ОАО «Новая Друть» установлено оборудование международной корпорации «Клетк» (Китай) [4].

Крахмальными предприятиями Республики Беларусь выпускаются в основном нативные крахмалы. Ежегодно в Республике Беларусь производится 16-17 тыс. тонн крахмала в год из 170 тыс. тонн перерабатываемого картофеля [5].

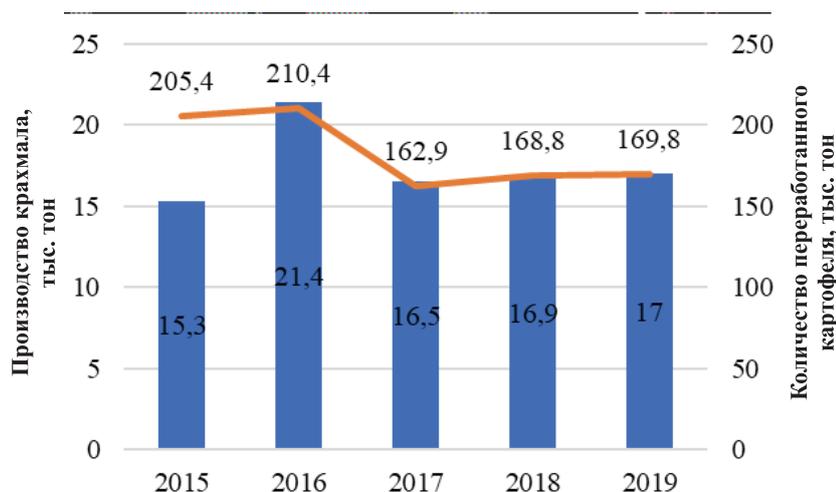


Рис. 1. Динамика производства нативного крахмала из объема перерабатываемого картофеля на крахмал в Республике Беларусь за 2015-2019 гг.

Fig. 1. Dynamics of production of native starch from processed potatoes in Belarus in 2015-2019

Республика Беларусь занимает 11 место в списке мировых экспортеров картофельного крахмала, объем поставок составляет 1,15% мирового экспорта.

Основной объем белорусских поставок картофельного крахмала в 2020 году приходился на рынок Российской Федерации, Украины, Казахстана и составил 90% от общего объема экспорта страны. В незначительном количестве исследуемая продукция также поставлялась из Беларуси в Узбекистан, Молдову и Армению.

Важным направлением в развитии картофелекрахмальной отрасли является расширение производства модифицированных крахмалов. Они обладают избирательной способностью изменять или усиливать те или иные характеристики продуктов, в состав которых вносятся. Эти свойства крахмалам придаются в процессе их модификации путем физического, теплового, химического или комбинированного воздействия. Согласно Программе развития картофелекрахмальной отрасли на 2010–2015 гг., «Комплексу мероприятий по импортозамещению крахмала модифицированного

в различных отраслях», во исполнение поручения Совета Министров Республики Беларусь от 5 февраля 2018 г. №06/505-41/1519р., а также поручения правительства «О реализации плана мероприятий по повышению эффективности деятельности организаций, осуществляющих выпуск крахмала» (№06/217-834/10834 р от 30.09.2019 г.). структура производства модифицированных крахмалов в Республике Беларусь формируется в настоящее время следующим образом:

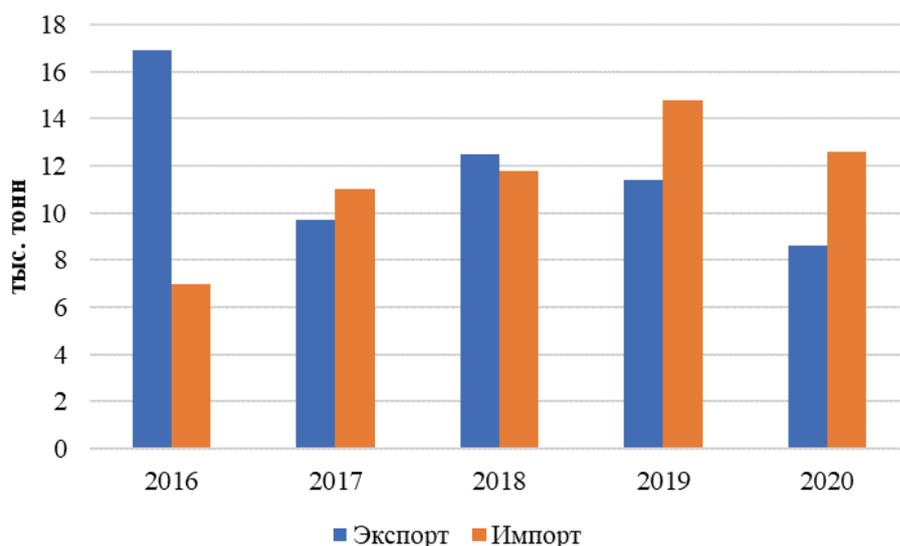


Рис. 2. Динамика экспорта и импорта нативного крахмала Республики Беларусь
 Fig. 2. Dynamics of export and import of native starch of the Republic of Belarus

1. ОАО «Новая Друть», Бельничский район — производство химически модифицированных крахмалов, в основном катионных для нужд целлюлозно-бумажной промышленности;
2. ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», Мостовский район — производство физически модифицированных (экструзионных) крахмалов для технических целей;
3. ОАО «Пищевой комбинат Веселово», Борисовский район — производство нескольких видов химически модифицированных крахмалов и декстрина.

Очевидно, что указанные отечественные крахмальные предприятия не могут в полной мере обеспечить внутренние потребности промышленности Республики Беларусь в модифицированных крахмалах.

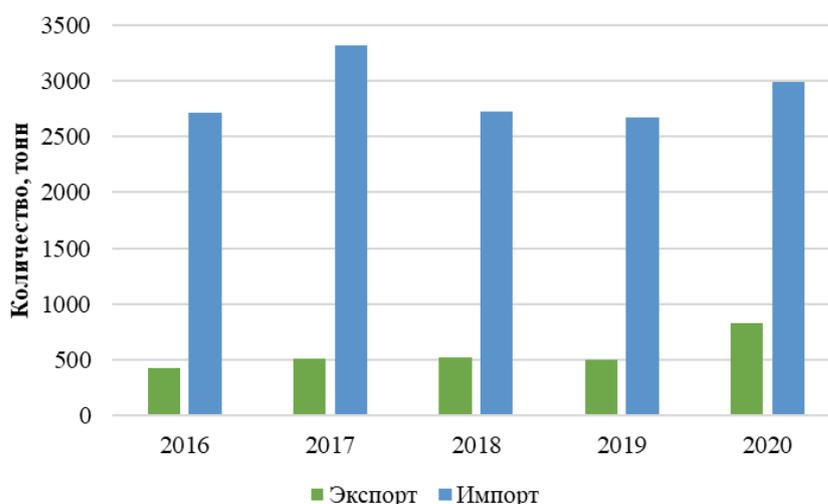


Рис. 3. Динамика экспорта и импорта модифицированного крахмала Республики Беларусь
 Fig. 3. Dynamics of export and import of modified starch of the Republic of Belarus

Лидером по производству как нативного, так и модифицированного крахмала в Беларуси является ОАО «Рогозницкий крахмальный завод». Это предприятие стало первым не только в Беларуси, но и на всем постсоветском пространстве, установившим оборудование шведской фирмы Larsson. На сегодняшний день производственная мощность завода составляет до 400 тонн переработанного картофеля в сутки. На ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» выпускается и модифицированный экструзионный крахмал. Его применяют в технических целях в нефтяной и газовой отраслях для стабилизации буровых растворов в качестве реагента для бурения при строительстве скважин, в картонно-бумажной и других отраслях промышленности, а также в геологической разведке.



Рис. 4. Рогозницкий крахмальный завод
Fig. 4. Rogoznica starch plant

В табл. 1 представлена потребность Республики Беларусь в различных видах модифицированных крахмалов [8].

Таблица 1. Модифицированные крахмалы, применяемые в производственном процессе на предприятиях
Table 1. Modified starches used in the production process at enterprises

Предприятия, использующие модифицированные крахмалы	Вид модифицированного крахмала	Назначение
Пищевая промышленность		
ЗАО «Смолевичи молоко» ОАО «Лунинецкий молочный завод» ООО «Красненский консервный завод» ОАО «Милкавита» ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат» ОАО «Управляющая компания холдинга «Гродномясомолпром» Волковыское ОАО «Беллакт» СП «Санта Бремор» ООО ОАО «Рогачевский молочно-консервный комбинат» Жлобинский молочный завод	Дикрахмаладипат ацетилованный E 1422	Загуститель, наполнитель, стабилизатор, эмульгатор. Помогает отрегулировать консистенцию продукции, применяется как влагоудерживающее, желирующее вещество, как пищевая добавка — загуститель, средство для капсулирования и гелеобразования, Применяется при производстве майонезов, соусов майонезных, кетчупов в качестве связующего агента. Горячего набухания.
	Дикрахмалфосфат оксипропилированный (E 1442)	Холодного и горячего набухания применяется в качестве загустителя и стабилизатора синтетического происхождения, в комплексных пищевых добавках в качестве стабилизатора, который необходим для приготовления йогуртов

Окончание табл. 1

Предприятия, использующие модифицированные крахмалы	Вид модифицированного крахмала	Назначение
ООО «Барановичский комбинат пищевых продуктов и концентратов»	Ацетилованный дикрахмалфосфат Е 1414	Применяется в качестве загустителя, стабилизатора, эмульгатора и связующего вещества
ОАО «Гомельский жировой комбинат» ОАО «Минский маргариновый завод» ООО «ПровитБел» ОДО «фирма АВС» ОАО «Могилевская фабрика мороженого»	Комплексная пищевая добавка Эфир крахмала и натриевой соли октениллантарной кислоты Е 1450	Модифицированные крахмалы входят в состав комплексных пищевых добавок и фруктовых наполнителей, используемых при изготовлении йогурта, в составе готовых стабилизационных систем. Эмульгатор, стабилизатор, загуститель, связующее.
Годовой объем потребления модифицированных крахмалов в пищевой промышленности: 980,742 т		
Модифицированные крахмалы для технических целей		
ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» филиал «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» (ОАО «БПХО») ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов» (ОАО «БЗМП») УП «Бумажная фабрика» Гознака ОАО «Полоцк-Стекловолоконно» РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» ОАО «Бумажная фабрика «Спартак» РУП «Завод газетной бумаги»	Продукт модифицированный крахмальный марки «МК-1»	Для введения внутрь целлюлозно-бумажной массы и поверхностной проклейки бумаги
	Продукт модифицированный крахмальный МК-1	Для введения внутрь целлюлозно-бумажной массы и поверхностной проклейки бумаги
	Модифицированный крахмал кукурузный прожелатинизированный	Растворимый загуститель и стабилизирующий агент
	Катионный крахмал Hi-Cat C323A	Повышает механическую прочность, снижает неравномерность свойств бумаги по сторонам листа
	Окисленный крахмал Stabilys A020	Для поверхностной проклейки картона и бумаги в клеятельном прессе станка. Служит для повышения механической прочности бумаги.
	Модифицированный крахмал Ukamyl 124	При производстве стекловолокна используют модифицированные крахмалы холодного набухания
	Модифицированный крахмал Emcol HE	
	Крахмал Kollotex 1250	
	Реагент крахмалосодержащий кукурузный модифицированный для бурения	
	Катионный крахмал Hi-Cat C373 A	В процессе производства бумаги для гофрирования, картона для плоских слоев гофрированного картона
Продукт модифицированный крахмальный МК-1	Для введения внутрь целлюлозно-бумажной массы и поверхностной проклейки бумаги	
ИТОГО: Годовой объем потребления модифицированных крахмалов для технических целей: 1642,764 т Годовой объем потребления модифицированных крахмалов для пищевой промышленности и технических целей: 2623,706 кг		

Анализ представленных данных показывает, что потребление модифицированных крахмалов в пищевой промышленности Республики Беларусь в 1,6 раз ниже, чем потребление в технических отраслях народного хозяйства. В пищевой промышленности Беларуси в основном применяются два вида крахмала Е1422 (дикрахмаладипат ацетилованный) и Е1442 (дикрахмалфосфат оксипропилированный). Оба крахмала относятся к группе сшитых крахмалов. При этом потребители явно отдают предпочтение дикрахмаладипату, на долю которого приходится 82% от общего объема использования этих двух крахмалов. Потребители отмечают, что он обеспечивает большую вязкость, при несколько большей стой-

кости при циклах заморозки — разморозки, перемешивании, нагреве и охлаждении. Заявленная цена его также ниже чем у фосфатного крахмала — средняя стоимость последнего 5,57 руб./кг, а дикрахмаладипата — 4,62 руб. /кг. Кроме этих двух видов применяемых в качестве стойких стабилизаторов и загустителей, в небольших объемах используются в пищевой промышленности ацетилованный дикрахмалфосфат E1414 как эмульгатор, загуститель, а также эфир крахмала и натриевой соли окте-ниянтранной кислоты E1450 как стабилизатор, загуститель, эмульгатор.

Поставки крахмалов разных торговых марок осуществляются производителями следующих стран: Польша, Великобритания, Нидерланды, США, Франция, Швеция, Россия, Австрия, Чехия.

Общее потребление крахмала для технических целей составляет более 1600 тонн ежегодно. В различных отраслях используется широкий спектр модифицированных крахмалов, в том числе и отечественные разработки, соответствующие по своим качествам импортным аналогам.

Среди предприятий пищевой промышленности Беларуси основными потребителями крахмала являются производители маргариновой продукции, кетчупов и соусов. Главная задача модифицированного крахмала — обеспечить нужную структуру готовому продукту, сделать его вязким, обеспечить стабильность свойств в течение длительного времени, не зависимо от внешних воздействий — заморозки, охлаждения, перемешивания.

В Центре по продовольствию на протяжении ряда лет ведутся работы по разработке модифицированных крахмалов для нужд Республики Беларусь. Начинались эти работы с сотрудничества с ФГБНУ Всероссийский НИИ крахмалопродуктов, сейчас филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатого» РАН. Для проведения работ по отработке и производству химически модифицированных крахмалов в качестве базового предприятия было выбрано ОАО «Пищевой комбинат Веселово», на котором имеется малотоннажная технологическая линия. Был освоен выпуск крахмала растворимого, крахмала картофельного окисленного пищевого, крахмалов «Амилоацетат-М» и «Амилоацетат-С», крахмала «Оксиамил» и декстрина по технологиям Всероссийского института крахмалопродуктов.

Работы по созданию производств новых видов катионных крахмалов были проведены на вновь построенном заводе в ОАО «Новая Друть», а затем на производственной базе ООО «Ютанол» в Могилеве.

Выпуск современных экструзионных крахмалов был организован на ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», на котором был установлен комплекс по их производству в соответствии с программой инновационного развития страны.

С участием специалистов Центра по продовольствию в лабораторных условиях была отработана технология и разработаны ТНПА на крахмал экструзионный, крахмал окисленный, мальтодекстрин, белкрахмалит.

В промышленных масштабах удалось отработать технологию и организовать производство катионного крахмала, кислотного гидролизованного экструзионного крахмала. Благодаря совместной активной работе сотрудников БелНИПИнефть, ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» и Центра по продовольствию удалось запустить полномасштабное производство реагента модифицированного крахмалсодержащего для бурения.

УП «ПО «Белоруснефть» полностью перешло на использование отечественного бурового реагента, который обеспечивает требуемые значения ключевых показателей — вязкости и фильтрации как для биополимерных, так и для глинистых буровых растворов. Этот вид модифицированного крахмала поставляется и на экспорт.

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям, связанным с возможностью получения модифицированных крахмалов с использованием экструзионной технологии. Имеются литературные источники, в которых подтверждается опыт получения фосфатных, окисленных, катионных крахмалов с помощью двухшнекового экструдера. Данная технология является перспективной, так как позволяет существенно сократить время технологического процесса по сравнению с химической модификацией.

Научно-исследовательская работа по получению модифицированных крахмалов методом экструзии осуществлялась при участии специалистов ОАО «Рогозницкий крахмальный завод», с использованием экструдера швейцарского производства, оснащенного системой для подачи сухих и жидких химических компонентов, в том числе в микрообъемах, непосредственно в зону экструзии в соответствии с заданной программой и позволяющего тонко регулировать ключевые технологические режимы: температуру, давление, СМЕ и т.д. Проведены совместные опыты по получению фосфатного крахмала с использованием натрий три полифосфата и натрий полифосфата, а также крахмала с использованием адипиновой кислоты. В настоящее время ведется отработка технологии использования этих двух видов крахмала с участием ОАО «Минский маргариновый завод».

Одним из перспективных продуктов, разрабатываемых в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» совместно с сотрудниками ОАО «Ро-

гозницкий крахмальный завод» и института «БелНИПИнефть» РУП «ПО «Беларуснефть», является сухой концентрат бурового раствора, полученный путем экструзионной обработки крахмалосодержащего сырья и сапропеля.

Сапропелевые буровые растворы обладают соле- и термостойкостью, хорошо совмещаются с глинистыми, меловыми и полимерными растворами, что позволяет легко осуществлять переход от одного раствора к другому в процессе проводки скважин. Кроме того, при использовании сапропеля экономится дефицитная высококачественная глина; уменьшается загрязнение продуктивных пластов и окружающей среды; снижается абразивный износ бурильного инструмента; не требуются смазывающие добавки; улучшаются условия проведения геофизических исследований в скважине.

Технологический процесс производства сухого крахмалосодержащего модифицированного концентрата бурового раствора включает следующие этапы: подготовка сырья, просеивание, смешивание компонентов, магнитная очистка (сепарация), при необходимости, подача в накопительный (загрузочный) бункер, физическая модификация (экструдирование), измельчение, просеивание, взвешивание, упаковка.

Физико-химические и технологические показатели готового продукта (экструдата) определяются рабочей температурой экструзии, частотой вращения рабочих шнеков и диаметром используемой фильеры, а также наличием или отсутствием в процессе экструзии воды. Частота вращения шнека дозатора и частота вращения режущего устройства характеризуют производительность технологического оборудования (экструдера) и не влияют на физико-химические и технологические характеристики готового продукта (экструдата).

После экструдирования сухой крахмалосодержащий модифицированный концентрат бурового раствора проходит дробление и измельчение в измельчителе ножевого типа.

Технология сухого концентрата бурового раствора является совершенно новым направлением в отечественном производстве буровых реагентов. Присутствующие в нем основные компоненты связаны экструзией, что позволяет изготавливать буровой раствор непосредственно на скважине путем смешивания концентрата с водой в установленных соотношениях.

Экспериментальные выработки сухого крахмалосодержащего модифицированного концентрата бурового раствора были проведены на производственной базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (Минская обл., г. Марьино Горка) с использованием двухшнекового экструдера DS 56-III по рецептурам, приведенным в табл. 2.

Разработанная технология получения сухого крахмалосодержащего модифицированного концентрата бурового раствора предусматривает экструзионную обработку крахмалосодержащего сырья на двух шнековом экструдере при температуре 100–200 °С, частоте вращения шнеков 50–100 об/мин, диаметре отверстия фильеры — 2,5 мм с последующим дроблением и просеиванием. Выработка осуществлялась после тщательного перемешивания смеси в результате однократной экструзионной обработки смеси.



Рис. 5. Полученный экструзионный продукт до и после дробления

Fig. 5. Received extrusion product before and after crushing

Для детальной оценки опытные образцы сухого бурового раствора были переданы в лабораторию промысловых жидкостей института «БелНИПИнефть» РУП «ПО «Беларуснефть», проведены лабораторные исследования структурно-механических и фильтрационных свойств.

Как отмечено специалистами института «БелНИПИнефть», положительным эффектом, обеспечивающим требуемые показатели раствора, обладает четвертый образец. Таким образом, при содержании сапропеля — 23 %, экструдированного кукурузного крахмала — 69% обеспечиваются нужные

параметры бурового раствора при режимах экструдирования 140–165 °С. В настоящее время идет обработка технологии с целью увеличения доли сапропеля в сухом буровом концентрате.

Т а б л и ц а 2. Состав образцов крахмалсодержащего концентрата бурового раствора
Table 2. Composition of starch-containing drilling mud concentrate samples

Наименование компонентов	Рецептурное содержание компонентов, %	Соотношение компонентов	Технологические режимы экструзии
Образец 1			
Сапропель	24,95	1:3	158 °С
Экструдированная пшеничная мука	74,85		
Сода кальцинированная (карбонат натрия)	0,2		
Образец 2			
Сапропель	24,95	1:3	150 °С
Экструдированная пшеничная мука	74,85		
Сода кальцинированная (карбонат натрия)	0,2		
Образец 3			
Сапропель	33,26	1:2	170–177 °С
Экструдированный кукурузный крахмал	66,52		
Сода кальцинированная (карбонат натрия)	0,2		
Оснопак НО — полианионная целлюлоза	40		
Образец 4			
Сапропель	23	1:3	140–165 °С
Экструдированный кукурузный крахмал	69		
Сода кальцинированная (карбонат натрия)	0,2		
Натрий хлорид	8,1		

Т а б л и ц а 3. Значение параметров раствора, полученного из образца №4
Table 3. The value of the parameters of the resulting solution from sample 4

Наименование параметров	Значения параметров
Плотность, г/см ³	1,03
Условная вязкость, с/500мл	27
Фильтрационная способность, см ³ /30мин	1,7
Толщина корки, мм	пленка
Пластическая вязкость (pV), мПа·с	19
ДНС, дПа	отрицательная < 0
Gel _{10с/10мин} , фунт/100фут ²	0/0
Водородный показатель (pH), ед.	12,32
Седиментационная устойчивость	стативируем

Заключение. Основной продукцией, выпускаемой отечественными предприятиями крахмальной отрасли являются нативные крахмалы. Среднегодовой объем производства нативного крахмала составляет порядка 17 тыс. тонн из 170 тыс. тонн переработанного картофеля. Коэффициент извлечения крахмала составляет 10 % от массы переработанного сырья, что значительно меньше среднего по миру коэффициента извлечения (15%).

Объем экспорта крахмала Республикой Беларусь составляет около 65 % от объема производства, причем объем импорта нативного крахмала практически сопоставим с экспортом. Это объясняется

тем, что по 98 % импорта составляет кукурузный нативный крахмал из Российской Федерации и Украины.

Важным направлением в развитии картофелекрахмальной отрасли является расширение производства модифицированных крахмалов и продуктов на их основе. Объем импорта модифицированного крахмала Республикой Беларусь в значительной степени превышает экспорт. Среднегодовой объем импорта модифицированных крахмалов составляет около 3000 тонн.

Перспективной сферой в разработке модифицированных крахмалов являются исследования и организация отечественного производства сшитых крахмалов, в первую очередь дикрахмаладипата ацелированного для пищевых отраслей, увеличение производства катионных крахмалов для целлюлозно-бумажной промышленности, расширение производственных мощностей по выпуску кислотного гидролизованного крахмала для выпуска изделий из гипса, стекловолокна и тканей. Важной задачей также является улучшение качества буровых реагентов для нефтегазовой сферы с целью сохранения достигнутого конкурентного преимущества.

Предложенный способ получения сухого крахмалосодержащего модифицированного концентрата бурового раствора, соответствующий мировым тенденциям в этой сфере, может быть использован для приготовления различных технологических жидкостей в бурении, закачивании и ремонте скважин: жидкости буферные для глушения, гидроразрыва скважин, затворения и обработки тампонажных растворов, а также при гидравлическом разрыве пласта, изоляции притока пластовых вод. Кроме того, предлагаемый сухой крахмалосодержащий модифицированный концентрат бурового раствора может быть использован в литейной промышленности в качестве стабилизатора формовочной смеси.

Список использованных источников

1. Ловкис, З. В. Технология крахмала и крахмалопродуктов : учебное пособие / З.В. Ловкис, В. В. Лявьяк, Н.Н. Петюшев. — Минск : Асобны, 2007. — 178 с.
2. Крахмал и крахмалопродукты : монография / В.В. Литвяк [и др.]. — Краснодар: Изд-во ФГБШУ ВПО «КубГТУ», 2013. — 204 с.
3. Картофель и картофелепродукты : наука и технология / З. В. Ловкис [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2008. — 537 с.
4. Производство крахмала в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/13520/1/Latyshevich_SV.pdf. — Дата доступа: 25.04.2021.
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь : статистический сборник [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/7ce/7ce6207d84d4ad5801ee24bb91548090.pdf>. — Дата доступа: 25.04.2021.
6. Балансы продовольственных ресурсов Республики Беларусь 2014–2019 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/b51/b51ac58d1708e98162a6f36f645f312a.pdf>. — Дата доступа: 26.04.2021 г.
7. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. — Дата доступа: 24.04.2021.
8. Интернет-версия информационной системы «Тендеры» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://icetrade.by/>. — Дата доступа: 15.04.2021 г.

References

1. Lovkis Z. V., Litvyak V.V., Petyushev N.N. Tekhnologiya krahmala i krahmaloproduktov : uchebnoe posobie [Technology of starch and starch products: a tutorial]. Minsk, Asobny, 2007, 178 p. (in Russian).
2. Litvyak V.V. Krahmal i krahmaloprodukty : monografiya [Starch and starch products: monograph]. Krasnodar, Iz. FGBSHCHU VPO «KubGTU», 2013, 204 p. (in Russian).
3. Lovkis Z. V. Kartofel' i kartofeleprodukty : nauka i tekhnologiya [Potatoes and potato products: science and technology]. Minsk, Belar. Navuka, 2008, 537 p. (in Russian).
4. Proizvodstvo krahmala v Respublike Belarus' (Starch production in the Republic of Belarus). Available at: https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/13520/1/Latyshevich_SV.pdf/ (accessed 25 april 2021).
5. Sel'skoe hozyajstvo Respubliki Belarus' : statisticheskij sbornik (Agriculture of the Republic of Belarus: statistical collection). Available at: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/7ce/7ce6207d84d4ad5801ee24bb91548090.pdf/> (accessed 25 april 2021).
6. Balansy prodovol'stvennyh resursov Respubliki Belarus' 2014–2019 (Balances of food resources of the Republic of Belarus 2014–2019). Available at: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/b51/b51ac58d1708e98162a6f36f645f312a.pdf/> (accessed 26 april 2021).

7. Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus' (National Statistical Committee of the Republic of Belarus). Available at: <http://belstat.gov.by/> (accessed 26 april 2021).
8. Interne-versiya informacionnoj sistemy «Tendery» (Online version of the information system «Tenders»). Available at: <https://icetrade.by/> (accessed 15 april 2021).

Информация об авторах

Петюшев Николай Николаевич — кандидат технических наук, начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов и новой техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: petushev@belproduct.com

Гоман Дмитрий Иосифович — научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов и новой техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Евтушевская Людмила Владимировна — научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов и новой техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Станкевич Ольга Николаевна — инженер-технолог отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов и новой техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Information about authors

Petyushev Nikolai Nikolaevich — Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Technologies for Root and Tuber Products and New Technique of RUE “Scientific-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

Goman Dmitry Iosifovich — Researcher of the Department of Technologies of Root and Tuber Products and New Technique of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Evtushevskaya Lyudmila Vladimirovna — Researcher of the Department of Technologies of Root and Tuber Products and New Technique of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Stankevich Olga Nikolaevna — Process Engineer of the Department of Technologies for Root and Tuber Products and New Technique of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

УДК 664.126

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-84-90](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-84-90)

Поступила в редакцию 07.04.2021

Received 07.04.2021

О. В. Дымар¹, М. Р. Яковлева², О. К. Никулина², О. В. Колоскова²¹ Представительство АО «МЕГА» в Республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ

Аннотация: Применение свекловичной мелассы в качестве ресурса для дополнительного извлечения сахара является актуальным, так как позволяет снизить потери сахарозы в производстве и повысить экономическую эффективность использования производственного потенциала сахарного отрасля Республики Беларусь. Для дешугаризации (извлечения сахаров) мелассы необходимо предварительно снизить в ней содержание золы. В статье отражены результаты исследований возможности снижения минерализации раствора свекловичной мелассы с использованием электродиализа при различном подаваемом на электроды напряжении от 10 до 30 В. В исходном сырье и конечном продукте определяли электропроводимость, оптическую плотность и содержание сухих веществ, на основании чего делался вывод о целесообразности использования электродиализа.

Ключевые слова: электродиализ, деминерализация, свекловичная меласса, сахароза, электропроводимость, зола.

O. V. Dymar¹, M. R. Yakovleva², O. K. Nikulina², O. V. Koloskova²¹ Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus² RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus

ELECTROCHEMICAL CORRECTION OF THE MINERAL COMPOSITION OF BEET MOLASSES

Abstract: Application of sugar beet molasses as a secondary resource for the extraction of sugar is a topical issue, which will reduce the loss of sucrose during the processing of sugar beets and increase the economic efficiency of the sugar industry of the Republic of Belarus. Initially it is necessary to reduce the ash content for further desugarisation molasses. This study investigated removal of the ash content of the beet molasses solution with electromembrane equipment applying. The article reflects the results of studies on the possibility of reducing the salinity of a solution of beet molasses using electrodiolysis at various voltages applied to the electrodes from 10 to 30 V. In the initial raw material and the final product, the electrical conductivity, optical density and dry matter content were determined, on the basis of which a conclusion was made about the expediency of using electrodiolysis.

Keywords: electrodiolysis, demineralization, beet molasses, sucrose, electrical conductivity, ash content.

Введение. Объем производимого в Республике Беларусь сахара превышает потребность внутреннего рынка практически в два раза, что объясняет экспортоориентированность производства и конкуренцию на внутреннем рынке. Повысить экономическую эффективность работы предприятия можно несколькими способами: повышением качества готового продукта, разработкой новых видов продукции, снижением технологических потерь и затрат на производство и т. д. [1].

При среднем выходе сахара 13–15 % к массе свеклы свеклосахарное производство дает значительное количество побочных продуктов: 80–83 % сырого свекловичного жома, используемого в кормлении сельскохозяйственных животных, 10–12 % фильтрационного осадка, применяемого для расщелачивания кислых почв и 5,0–5,5 % мелассы к массе перерабатываемой свеклы [2]. Свекловичную мелассу используют в основном для кормления сельскохозяйственных животных с целью повышения питательной ценности и вкусовых качеств грубых и концентрированных кормов. Также существуют и применяются технологии по использованию свекловичной мелассы в качестве субстрата для получения лимонной кислоты, этилового спирта, хлебопекарных дрожжей, лизина, целлюлозы, β-амилазы и других полезных компонентов [3].

Свекловичная меласса также может выступать в качестве вторичного ресурса для получения сахара, так как содержание невыделенной сахарозы в ней может достигать 60 % к сухим веществам. Поэтому в настоящее время вопрос разработки экономически целесообразного и экологичного способа дешугаризации свекловичной мелассы является актуальным. Извлечение сахара из мелассы позволяет снизить потери сахарозы в производстве, увеличить длительность сезона работы завода, а также дает возможность выделения из обедненной мелассы ценных веществ (бетаин, глутаминовая кислота и др.). Основной причиной невозможности кристаллизации сахарозы из мелассы по традиционной схеме является наличие большого количества несахаров, в частности, золы (минеральных веществ), содержание которой может достигать 7–10 % от сухих веществ мелассы. Зольные вещества являются сильными мелассообразователями и, накапливаясь в мелассе, увеличивают растворимость сахарозы и уменьшают вязкость мелассы, способствуя увеличению содержания сахара в ней и, следовательно, снижению выхода готовой продукции и увеличению технологических потерь в производстве. Основными мелассообразователями являются легко диссоциирующие соединения: КОН, NaOH, K_2CO_3 , CH_3COOK , KCl, NaCl [4–13].

В настоящее время в пищевой промышленности широко применяется технология электродиализа для снижения зольности продуктов без добавления дополнительных химических реагентов [14]. Она позволяет удалять заряженные частицы из растворов при помощи полупроницаемых ионообменных мембран под действием электрического поля, создаваемого прикладываемым напряжением. Кроме отсутствия необходимости использовать химические реагенты, электродиализ имеет ряд других положительных эффектов, таких как высокая энергетическая экономичность, так как используемая энергия расходуется только на разрыв межмолекулярных связей компонентов смеси, а также отсутствие влияния на продукт в процессе обработки [15, 16].

Целью исследования является изучение возможности применения электродиализа для снижения зольности свекловичной мелассы.

Материалы и методы исследований. Процесс деминерализации исследовали на лабораторной электромембранной установке Р EDR-Z с использованием мембран катионного (СМН-PES) и анионного (АМН-PES) типов.

Меласса представляет собой густую вязкую жидкость с содержанием сухих веществ более 75,0 %. Высокое содержание сухих веществ увеличивает нагрузку на насосы, ускоряет загрязнение мембран и снижает скорость и турбулентность потока, и, соответственно, эффективность проведения деминерализации [17, 18]. В работе в качестве дилуата (исходный раствор, из которого удаляют электролиты) служила свекловичная меласса, разбавленная для снижения вязкости до содержания сухих веществ 45 ± 1 %, в качестве концентрата (раствор, в который под действием электрического напряжения переходят ионы) использовали бидистиллированную воду. Объем каждого из исходных растворов составлял 1,0 л. В качестве электродного раствора, предотвращающего окисление электродов, использовался 2%-ый раствор Na_2SO_4 . Исходя из эксплуатационных характеристик мембран и температуры мелассы в технологическом процессе, рабочей температурой при деминерализации в экспериментах выбрана температура 30 ± 3 °С.

Для обеспечения турбулентности потока и необходимой скорости деминерализации использовали прокладки (спейсеры) с лабиринто-сетчатой структурой толщиной 0,8 мм. Применение лабиринто-сетчатых спейсеров в электродиализном аппарате позволяет повысить турбулизацию потока, снизить риск отложения на поверхности мембран загрязнений и увеличить срок их службы. Поток дилуата, концентрата и электродного раствора устанавливали на уровне 40 л/ч. Исходя из физико-химических свойств раствора мелассы, данная подача позволяет обеспечить необходимое время нахождения дилуата в камерах, а также создает подходящие гидродинамические условия для снижения образования отложения на мембранах, так как при увеличении потока значительно возрастают затраты на перекачивание за счет гидравлических потерь. При понижении скорости движения потока большая часть ионов в единице обработанного раствора перейдет в концентрат за один цикл обработки, что приведет к снижению разности концентраций ионов с разных сторон мембран и, в свою очередь, также снизит общую эффективность процесса. Кроме того, снижение скорости потока также приведет к увеличению отложений на мембранах и усложнит мойку [17–20].

В ходе эксперимента исследовали изменение эффективности процесса при различном рабочем напряжении. Для этого было проведено 5 опытов, при которых на электроды установки во время процесса подавалось напряжение 10 В, 15 В, 20 В, 25 В и 30 В. В течение эксперимента фиксировали фактическое напряжение на мембранах, показатель силы тока, показатель электропроводимости дилуата. Величина электропроводимости отражает степень деминерализации раствора в контрольной точке.

Скорость обработки также является важным фактором при ведении технологического процесса. Длительность процесса электродиализа в опытах составила 200 минут.

По показателям изменения электропроводимости рассчитывали степень деминерализации (Д, %) по формуле:

$$D = \frac{P_{D1} - P_{D2}}{P_{D1}} \cdot 100\%, \tag{1}$$

где P_{D1} — начальная проводимость дилуата, мСм/см; P_{D2} — конечная проводимость дилуата, мСм/см.

В исходном сырье и конечных продуктах электродиализа определяли следующие показатели: содержание сухих веществ, оптическую плотность, электропроводимость, а также органолептические показатели раствора мелассы. При проведении эксперимента фиксировали следующие параметры процесса: температуру дилуата во время протекания деминерализации, фактическое и подаваемое напряжение на мембранах, силу тока, проводимость дилуата.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассчитанная по формуле 1 степень деминерализации и исследуемые показатели сырья и продуктов электродиализа отражены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Показатели сырья и продуктов электродиализа
Table 1. Indicators of raw materials and products of electrodiagnosis

№ опыта	Исследуемый объект	Исследуемый показатель			D, %
		Содержание сухих веществ, %	Проводимость, мСм/см	Оптическая плотность, ед.	
Опыт №1 (10 В)	Сырье	45,10	51,1	0,84	24,46
	Дилуат	40,81	38,6	0,90	
	Δ	-4,29	-12,5	+0,06	
Опыт №2 (15 В)	Сырье	45,00	50,1	0,83	54,49
	Дилуат	40,19	22,80	0,95	
	Δ	-4,81	-27,30	+0,12	
Опыт №3 (20 В)	Сырье	45,40	62,7	0,84	60,29
	Дилуат	41,13	24,90	0,96	
	Δ	-4,27	-37,8	+0,12	
Опыт №4 (25 В)	Сырье	45,70	70,7	0,86	58,27
	Дилуат	40,63	29,5	1,01	
	Δ	-5,07	-41,2	+0,15	
Опыт №5 (30 В)	Сырье	45,40	66,4	0,84	70,63
	Дилуат	41,82	19,5	1,17	
	Δ	-3,58	-46,9	+0,33	

Δ — разность между показателями сырья и дилуата

Как видно из табл. 1, при подаче напряжения 10 В наблюдается наименьшее снижение электропроводности — 12,5 мСм/см, а наибольшее при 30 В — 70,6 мСм/см. С увеличением прилагаемого напряжения наблюдалось увеличение оптической плотности в дилуате, что, вероятно, связано с концентрированием дилуата в результате диссоциации воды и переноса ионов. Зависимости между переходом сухих веществ и прилагаемым напряжением в ходе данного эксперимента не наблюдалось.

По результатам опытов можно сделать вывод об эффективности ведения электродиализа при прилагаемом напряжении выше 15 В: степень деминерализации составила 60,3–70,6 %. При одинаковой длительности процесса степень деминерализации в опытах №1 и №5 отличалась на 46,17 %, что можно объяснить более высоким подаваемым напряжением.

На рис. 1 представлены графики, характеризующие изменение электропроводности мелассы в течение процесса деминерализации в зависимости от напряжения.

Результаты исследования показали, что при повышении подаваемого напряжения снижается конечная проводимость дилуата, и, соответственно, увеличивается степень деминерализации исходного раствора. Однако при повышении подаваемого напряжения увеличивается скорость переноса ионов и, соответственно, в большем количестве в единицу времени образуются труднорастворимые гидроксиды щелочноземельных металлов кальция и магния, осаждение которых на поверхности мембраны увеличивается, уменьшая ее рабочую поверхность, усложняя процесс мойки оборудования и снижая срок эксплуатации мембран и эффективность процесса [17].

Кроме того, следует отметить изменение органолептических показателей растворов после обработки, что является одним из основных критериев при производстве пищевых продуктов. После проведения процесса электродиализа во всех опытах запах мелассы значительно улучшался, при этом концентрат окрашивался в медно-оранжевый цвет и приобретал неприятный запах, что можно объяснить переходом ароматических и красящих веществ из мелассы.

Также наблюдалось изменение конечного объема продукта, что можно объяснить процессом диссоциации и переноса воды. Наиболее явно этот эффект был выражен в опыте №5 при высоком прилагаемом напряжении в процессе деминерализации. На рис. 2 представлен внешний вид деминерализованного раствора мелассы (дилуата) и концентрата при прилагаемом напряжении 30 В.

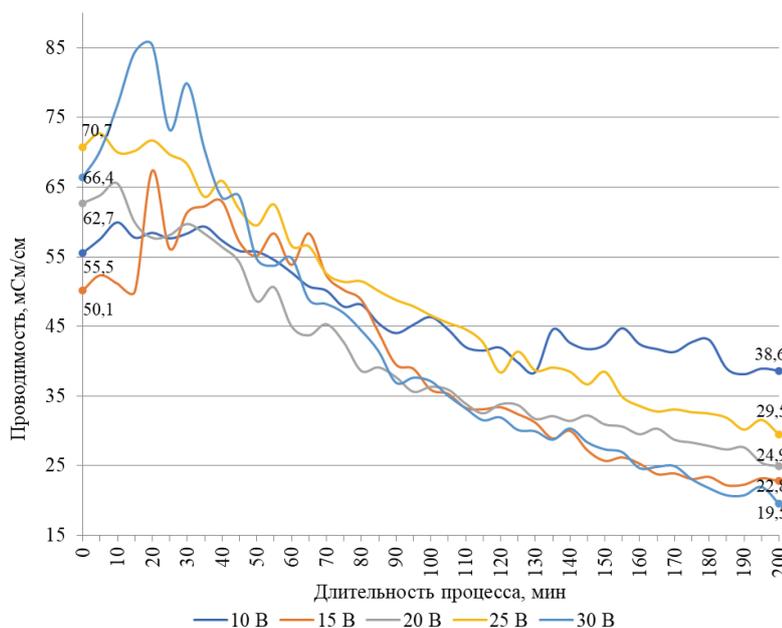


Рис. 1. График зависимости изменения проводимости в процессе электродиализа при различном подаваемом напряжении

Fig. 1. A graph of the dependence of the change in conductivity during electrodiagnosis at various applied voltage



Рис. 2. Внешний вид концентрата и дилуата (слева направо)

Fig. 2. Appearance of concentrate and diluate (from left to right)

Установлено, что в процессе электродиализа происходит загрязнение мембран, особенно при деминерализации вязких продуктов с высоким содержанием сухих веществ. На рис. 3а и 3б представлен внешний вид мембран после обработки мелассы.

Загрязнение мембран является причиной снижения эффективности работы оборудования и требует подбора оптимального режима мойки. Для очистки электродиализного оборудования чаще всего применяют СИП-мойку (CIP — Cleaning In Place), которая предназначена для промывки и дезинфекции неразборных, труднодоступных мест, таких как трубы и закрытые емкости, промывка которых вручную невозможна в силу их конструктивных особенностей.

Промывка происходит с помощью прокачки через все оборудование специальных моющих растворов, затем дезинфекционного раствора, чистой воды (или обработки паром), после чего отработанные жидкости сливаются в канализацию [21].

В ходе эксперимента проводилось исследование эффективности мойки мембран по типу проведения СИП-мойки. Установлено, что для эффективной очистки мембран необходимо применять многоступенчатую мойку, включающую следующие стадии:

1. Промывание дистиллированной водой для удаления механических загрязнений в течение 30 минут — 2 повторности.

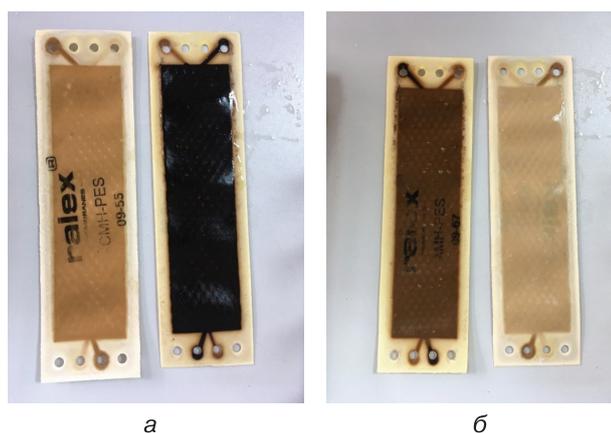


Рис. 3. Внешний вид мембран после обработки мелассы:
 а — камера обессоливания, б — камера концентрирования
 Fig. 3. Appearance of membranes after molasses processing:
 а — desalination chamber № 1, б — concentration chamber № 2.

2. Промывание 2%-ным раствором HNO_3 .
3. Промывание дистиллированной или бидистиллированной водой.
4. Промывание 2%-ным раствором щелочи для нейтрализации остатков кислоты.
5. Промывание дистиллированной водой до достижения $\text{pH } 7 \pm 0,2$ ед.

Также для борьбы с отложениями солей на мембране можно использовать реверсивный электродиализ, заключающийся в переполюсовке электродов с одновременным изменением потоков диалюата и концентрата. При таком переключении происходит изменение функций камер: камеры концентрирования становятся камерами обессоливания и наоборот, а образовавшийся осадок растворяется.

Режимы СИП-мойки являются очень важными и их необходимо подбирать в соответствии с условиями ведения процесса. Дальнейшее изучение данного вопроса позволит подобрать режим мойки, подходящий при обработке свекловичной мелассы.

Заключение. В ходе исследований установлено, что повышение напряжения позволяет увеличить производительность электродиализного процесса обессоливания мелассы: повышение рабочего напряжения с 10 В до 30 В при длительности процесса 200 минут позволяет увеличить степень деминерализации мелассы с 24,5% до 70,6%. Это открывает возможности изменения производительности технологического оборудования по сырью и/или количеству удаленных ионов не за счет увеличения продолжительности обработки сырья, а за счет изменения рабочего напряжения, в том числе и динамически, в ходе производственного процесса.

Установлено, что применение многоступенчатой СИП-мойки позволяет восстановить рабочие параметры ионообменных мембран и обеспечить их длительную эксплуатацию. Вместе с тем режимы СИП-мойки требуют дополнительного изучения.

Список использованных источников

1. Чибисова, Н. В. Экологическая химия: учеб. пособие / Калинингр. ун-т; сост.: Н.В. Чибисова, Е.К Долгань. — Калининград: Калинингр. ун-т, 1998. — 113 с.
2. Раубо, В. М. Свеклосахарное производство и пути рационального использования фильтрационного карбонатсодержащего осадка / В. М. Раубо, Л. Д. Белехова, Г. А. Рускевич // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Международн. научно-практич. конф., Минск, 11-12 апреля 2013 г.: в 2 ч. / БГАТУ; редкол.: А. В. Новиков [и др.]. — Минск, 2013. — Ч.1. — С. 269–272.
3. Семенихин, С. О. Обзор современных исследований в области переработки мелассы для получения биологически активных веществ / С. О. Семенихин, М. В. Бабакина, О. В. Федосеева, В. О. Городецкий // Новые технологии. — 2019. — № 2(48). — С 97–107.
4. Содержание сахара в мелассе. Оптимизация режима кристаллизации сахарозы на последнем продукте / З.В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: Беларуская навука, 2014. — 97 с.
5. Никулина, О. К. Влияние качества сырья на процесс кристаллизации сахарозы / О. К. Никулина, В. В. Кулаковский // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — № 1(35). — С. 47–53.
6. Причины технологических отклонений в сахарном производстве, методы их устранения / З. В. Ловкис [и др.]; под ред. З. В. Ловкиса. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 168 с.

7. Бугаенко, И. Ф. Принципы эффективного сахарного производства / И. Ф. Бугаенко — М.: ООО «Инмашпроект», 2003. — 285 с.
8. Бугаенко, И. Ф. Основы сахарного производства / И. Ф. Бугаенко — М.: Международная Сахарная Компания, 2002. — 357 с.
9. Сапронов, А. Р. Технология сахара песка и сахара рафинада / А. Р. Сапронов, Л. А. Сапронова. — М.: Колос, 1996. — 367 с.
10. Бугаенко, И. Ф. Повышение эффективности очистки диффузионного сока / И. Ф. Бугаенко. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1993. — Вып. 5–6. — 47 с.
11. Бугаенко, И. Ф. Общая технология отрасли: Научные основы технологии сахара: учебник для студентов вузов: в 2 ч. / И. Ф. Бугаенко, В. И. Тужилкин. — СПб.: ГИОРД, 2007. — Ч.1. — 512 с.
12. Бобровник, Л. Д. Роль гидратации в мелассообразовании / Л. Д. Бобровник // Сахар. — 2015. — №6. — С. 54–58.
13. Потери сахарозы в свеклосахарном производстве и пути их снижения / Н. Г. Кульнева [и др.] // Сахар. — 2011. — №2. — С. 42–46.
14. Дымар, О. В. Изучение взаимосвязи скорости деминерализации кислой сыворотки от изменения напряжения процесса / О. В. Дымар, М. Р. Яковлева, А. Меркель // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2019. — №1 (43). — С. 74–79.
15. Дымар, О. В. Повышение эффективности переработки молочных ресурсов: научно-технологические аспекты / О. В. Дымар. — Минск: Колорград, 2018. — 236 с.
16. Дымар, О. В. Альтернативные варианты переработки сыворотки. / О. В. Дымар // Молочная промышленность — 2006. — № 6 — С. 16–17.
17. Ильина, С. И. Электромембранные процессы: учебное пособие / С. И. Ильина — М.: РХТУ им. Менделеева, 2013. — 57 с.
18. Дорофеева, Л. И. Разделение и очистка веществ мембранными, обменными и электрохимическими методами / Л. И. Дорофеева. — Томск: Томский политех. ун-т, 2008. — 111 с.
19. Лазарев, С. И. Методы электробаромембранного разделения растворов: учебное пособие / С. И. Лазарев. — Тамбов: Тамбовский гос. техн. ун-т, 2007. — 84 с.
20. Никулина, О. К. Коррекция минерального состава полупродуктов сахарного производства с использованием электродиализа / О. К. Никулина, М. Р. Яковлева, О. В. Колоскова, О. В. Дымар // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2020. — № 2 (48). — С. 27–35.
21. Схема и принцип работы СИП-мойки [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://www.prst.ru/baumer/sip-мойка>. - Дата доступа : 11.02.2021.

References

1. Chibisova N.V., Dolgan E.K. *Ekologicheskaya khimiya: uchebnoe posobiye [Environmental chemistry: textbook manual]*. Kaliningrad, 1998. 113 p.
2. Raubo V.M., Belekova L.D., Ruskevich G.A. *Sveklosakharnoye proizvodstvo i puti ratsional'nogo ispol'zovaniya fil'tratsionnogo karbonatsoderzhashchnogo osadka [Beet sugar production and ways of rational use of filtration carbonate-containing sediment]*. Perspektivnyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauchno-praktich. konf. = Advanced technologies and technical means in agricultural production: materials of the Intern. scientific and practical conf. Minsk, 2013. pp. 269–272.
3. Semenikhin S.O., Babakina M.V., Fedoseeva O. V., Gorodetsky V.O. *Obzor sovremennykh issledovaniy v oblasti pererabotki melassy dlya polucheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv [Review of modern research in the field of molasses processing to obtain biologically active substances]*. Novyye tekhnologii = New technologies. Minsk, 2019. № 2(48). pp. 97–107.
4. Lovkis Z.V. *Soderzhaniye sakhara v patoke. Optimizatsiya rezhima kristallizatsii sakharozy na poslednem produkte [Sugar content in molasses. Optimization of sucrose crystallization mode on the last product]*. Minsk, Belaruskaya navuka, 2014, 97 p.
5. Nikulina O.K., Kulakovskiy V.V. *Vliyaniye kachestva syr'ya na protsess kristallizatsii sakharozy [Influence of the quality of raw materials on the process of sucrose crystallization]*. Pischevaya promyshlennost: nauka i tekhnologii = Food industry: science and technology, 2017, № 1(35), pp. 47–53.
6. Lovkis Z.V. *Prichiny tekhnologicheskikh otkloneniy v proizvodstve sakhara, metody ikh ustraneniya [Causes of technological deviations in sugar production, methods for their elimination]*. Minsk, Information Center of the Ministry of Finance, 2016, 168 p.
7. Bugaenko I.F. *Printsipy effektivnogo proizvodstva sakhara [The principles of effective sugar production]*. Moscow, Inmashproekt LLC, 2003, 285 p.
8. Bugaenko I.F. *Osnovy sakharnogo proizvodstva [Fundamentals of sugar production]*. Moscow, International Sugar Company, 2002, 357 p.

9. Saprnov A.R. Tekhnologiya sakhara i rafinirovannogo sakhara [*Technology of sugar and refined sugar*] Moscow, Kolos, 1996, 367 p.
10. Bugaenko I.F. Povysheniye effektivnosti ochistki diffuzionnogo soka [*Improving the efficiency of cleaning diffusion juice*]. Moscow, AgroNIITEIPP, 1993, 47 p.
11. Bugaenko I.F. Obshchepromyshlennyye tekhnologii: Nauchnyye osnovy sakharnoy tekhnologii: Uchebnik dlya studentov vuzov [*General industry technology: Scientific foundations of sugar technology: Textbook for university students*]. St. Petersburg, GIORD, 2007, 512 p.
12. Bobrovnik L.D. Rol' gidratatsii u patoki [*The role of hydration in molasses*]. Sakhar = Sugar, 2015, № 6, pp. 54–58.
13. Kulneva N.G. Poterya sakharozy pri proizvodstve sakharnoy svekly i puti ikh snizheniya [*Loss of sucrose in sugar beet production and ways to reduce them*]. Sakhar = Sugar, 2011, № 2, pp. 42–46.
14. Dymar O.V., Yakovleva M.R., Merkel A. Izucheniye vzaimosvyazi skorosti demineralizatsii kisloy syvorotki s izmeneniyami tekhnologicheskogo napryazheniya [*The study of the relationship of the rate of demineralization of acidic serum from changes in the process voltage*]. Pischevaya promyshlennost: nauka i tehnologii = Food industry: science and technology, 2019, № 1(43), pp. 74–79.
15. Dymar O.V. Povysheniye effektivnosti pererabotki molochnykh resursov: nauchnyye i tekhnologicheskiye aspekty [*Improving the efficiency of processing dairy resources: scientific and technological aspects*]. Minsk, Kolorgrad, 2018, 236 p.
16. Dymar O.V. Al'ternativnyye varianty obrabotki syvorotki [*Alternative whey processing options*]. Molochnaya promyshlennost = Dairy industry, 2006, № 6, pp. 16–17.
17. Piyina S.I. Elektromembrannyye protsessy: uchebnoye posobiye [*Electro-membrane processes: a training manual*]. Moscow, RCTU them. Mendeleev, 2013, 57 p.
18. Dorofeeva L.I. Razdeleniye i ochistka veshchestv membrannym, obmennym i elektrokhimicheskimi metodami [*Separation and purification of substances by membrane, exchange and electrochemical methods*]. Tomsk, Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2008, 111 p.
19. Lazarev S.I. Metody elektrobaromembrannogo razdeleniya rastvorov : uchebnoye posobiye [*Methods of electrobaromembrane separation of solutions: a tutorial*]. Tambov, 2007. 84 p.
20. Nikulina O.K., Yakovleva M.R., O.V. Koloskova., Dymar O.V. Korrektsiya mineral'nogo sostava poluproduktov sakharnogo proizvodstva s ispol'zovaniyem elektrodializa [*Correction of the mineral composition of sugar intermediate products using electrodialysis*]. Pischevaya promyshlennost: nauka i tehnologii = Food industry: science and technology, 2020. №2 (48). pp. 27–35.
21. Skhema i printsip raboty SIP-moyki [Elektronnyy resurs] [*Scheme and principle of operation of CIP-washing [Electronic resource]*]. Access mode: <https://www.prst.ru/baumer/sip-moyka>. Date of access: 11.02.2021.

Информация об авторах

Дымар Олег Викторович — доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» (Чешская Республика) в Республике Беларусь г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: dymarov@tut.by

Яковлева Мария Романовна — инженер-технолог 2 категории РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com

Никулина Оксана Константиновна — кандидат технических наук, заведующая НИЛ сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com

Колоскова Ольга Владимировна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com

Information about authors

Dymar Oleg Viktorovich — eng., Ph.D, D.E.Sc., Professor, Technical director in the representative office «MEGA a.s.» (Czech Republic) in the Republic of Belarus. Minsk, Republic of Belarus. E-mail: dymarov@tut.by

Yakovleva Maryia Romanovna — process engineer of the 2nd category of RUE “Scientific-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

Nikulina Oksana Konstantinovna — Ph.D. in Technics, the head of the research laboratory of sugar production of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). Email: sugar@belpoduct.com

Koloskova Olga Vladimirovna — Ph.D. in Technics, senior researcher of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). Email: sugar@belpoduct.com

УДК 621.798
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-91-98

Поступила в редакцию 01.12.2020
Received 01.12.2020

С. И. Корзан

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

ОБЗОР РЫНКА ЭКОЛОГИЧНЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация. В современном мире большинство упаковочных материалов производится из не возобновляемых ресурсов, как правило, из полимеров класса полиолефинов: полиэтилена, полипропилена и их сополимеров. Применение полиэтилена на отечественном рынке в последние годы заметно увеличилось. Несмотря на их многообразные достоинства, полимерные материалы наносят большой вред окружающей среде, так как практически вся упаковка одноразовая и утилизируется после извлечения продукта из нее. Проблема утилизации упаковки остается открытой и острой. В данной статье рассмотрена динамика утилизации упаковочных материалов, глобальные производственные мощности, исследование которых позволяет утверждать, что на данном этапе мировым рынком проявляется интерес и поиск новых решений по разработке технологий и наладке производств биоразлагаемых упаковочных материалов, по своим свойствам не уступающих обычным синтетическим материалам.

Ключевые слова: материал, полимер, биоразлагаемый, рынок, отходы, производство, оценка, стоимость

S. I. Korzan

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

INFLUENCE OF CONSTRUCTION AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF A ROTARY HEATER ON THE TEMPERATURE OF WATER HEATING

Abstract. In the modern world, most packaging materials are made from non-renewable resources, usually from polymers of the polyolefin class: polyethylene, polypropylene and their copolymers. The use of polyethylene in the domestic market has increased markedly in recent years. Despite their diverse advantages, polymer materials cause great harm to the environment, since almost all packaging is disposable and is disposed of after the product is removed from it. The problem of packaging disposal remains open and acute. This article examines the dynamics of the recycling of packaging materials, global production capacities, the study of which allows us to assert that at this stage the world market is showing interest and the search for new solutions for the development of technologies and the adjustment of production of biodegradable packaging materials in properties that are not inferior to conventional synthetic materials.

Keywords: material, polymer, biodegradable, market, waste, production, appraisal, cost

Введение. Наиболее распространённым упаковочным материалом является полимерный пленочный материал, из которого изготавливают повседневно используемые в быту пакеты [1].

В настоящее время выделяют 12 основных групп синтетических полимерных материалов [2–4]: АБС-пластик (акрилонитрилбутадиеновый пластик), пенопласты, полиамиды, поливинилхлорид, поликарбонат, полиметилметакрилат, полипропилен, полистирол, полиуретан, полиэтилен, полиэтилентерефталат, фторопласты.

Применение полимерных материалов в последние годы заметно увеличивается. Широкое их использование обусловлено тем, что они обеспечивают надежную защиту упакованного продукта от загрязнения, повреждения, разложения, а также универсальностью применения форм и цветовой гаммы, дешевизной сырья, малой энергоёмкостью производства по сравнению со стеклом, металлом, бумагой.

Наряду с большим количеством достоинств, полимерные материалы имеют ряд существенных недостатков. Для их получения используют невозобновляемые природные ресурсы. Их свойства (прочность, эластичность, стойкость к окислению, долговечность) объясняются молекулярным строением: молекулярные цепочки полимеров длинные, разветвленные, молекулярная масса значительно больше молекулярной массы воды. Синтетические полимеры не являются биоразлагаемыми, хотя подвержены разложению через окисление и биохимический распад, однако этот период составляет более 100 лет.

Интенсивные темпы роста использования полимерной упаковки приводят к резкому увеличению количества отходов. Традиционные способы обращения с такими отходами (захоронение, сжигание, вторичная переработка и др.) не всегда экологически и экономически оправдывают себя. Поэтому усилия упаковочной индустрии направлены на получение полимеров, которые сохраняют свои упаковочные характеристики в период использования и хранения, а затем претерпевают физико-химические и биологические изменения под действием факторов окружающей среды и превращаются в низкомолекулярные соединения, исключая тем самым нанесение вреда природной биосистеме.

Результаты и их обсуждение. С целью изучения мирового рынка экологичных упаковочных материалов и установления возможности использования их для упаковки пищевых продуктов проведен анализ отечественной и зарубежной научно-технической литературы. Изучена динамика утилизации отходов и производственные мощности биопластиков.

Показатели переработки отходов, извлечения энергии и захоронения отходов в Европе за 2018 год, по данным Европейского института биопластиков, приведены на рис. 1 [5]. Приведенные данные (рис. 1), наглядно демонстрируют, что динамика утилизации упаковочных материалов постепенно изменяется в сторону рециклинга и энергетического сжигания. В некоторых развитых странах мира существует специальная законодательная база об ограничении захоронений упаковочных материалов.

В Республике Беларусь пока нет четкой политики в сфере утилизации полимерных упаковок, слабо организована вторичная переработка полимеров, применяются меры по раздельному сбору отходов потребления [6]. Развивается энергетическое сжигание, так к 2022 году планируется введение в эксплуатацию современного мусоросжигательного завода, который будет перерабатывать 500 тыс. т отходов в год. Площадка будет расположена в районе полигона твердых коммунальных отходов «Тростенецкий» [7]. Так же к 2025 году планируется запустить мусороперерабатывающий завод мощностью 100 тыс. т в год на полигоне твердых бытовых отходов у деревни Хоружевцы Лидского района, где на данный момент работает линия сортировки мощностью 5 тыс. т в год [8].

В последние десятилетия весьма эффективным и распространённым способом придания биологической разрушаемости синтетическим полимерам являлось введение в полимерную композицию различных биоразлагаемых наполнителей, а также других специальных целевых и технологических добавок. Наиболее распространенные из них – оксобиоразлагаемые добавки.

Несмотря на то, что многие производители утверждают, что образовавшиеся фрагменты разлагающегося пакета полностью расщепляются микроорганизмами, независимое исследование, проведенное в соответствии с международными стандартами [9], показало, что за 350 дней лишь 15 % оксоразлагаемого полиэтилена разлагается в почве до углекислого газа. Безопасность мелких фрагментов пластика для экосистем вызывает большие вопросы, так как они могут поглощаться животными и вызывать их преждевременную гибель. Дальнейший распад полиэтилена может приводить к образованию пыли, которая может проникать в дыхательные пути животных и людей и оседать в них.

Пример фоторазложения оксоразлагаемого пакета типа «майка» при попадании прямых солнечных лучей приведен на рис. 2.

Биоразлагаемые полимеры отличаются от прочих пластиков тем, что в окружающей среде под действием микроорганизмов (бактерий или грибов) и физических факторов (УФ-излучение, температура, кислород) разлагаются. Длинные цепочки молекул биоразлагаемых полимеров распадаются на углекислый газ и воду, а также метан, биомассу и неорганические соединения.

Технологии синтеза биоразлагаемых полимеров активно развиваются в США и Европе. Внедрены в производство в Корею, Японию, Китай. В Республике Беларусь разработка таких технологий находится в начале становления. Крупнейшими мировыми фирмами-производителями биоразлагаемых полимеров являются: Novamont (Mater Bi) (Италия), Biologische Verpackungssysteme (Германия), Fatra (Ecofol) (Чехия), Research Development (Япония), Tubize Plastics (Bioceta) (Франция), Cargill Inc (США) [10].

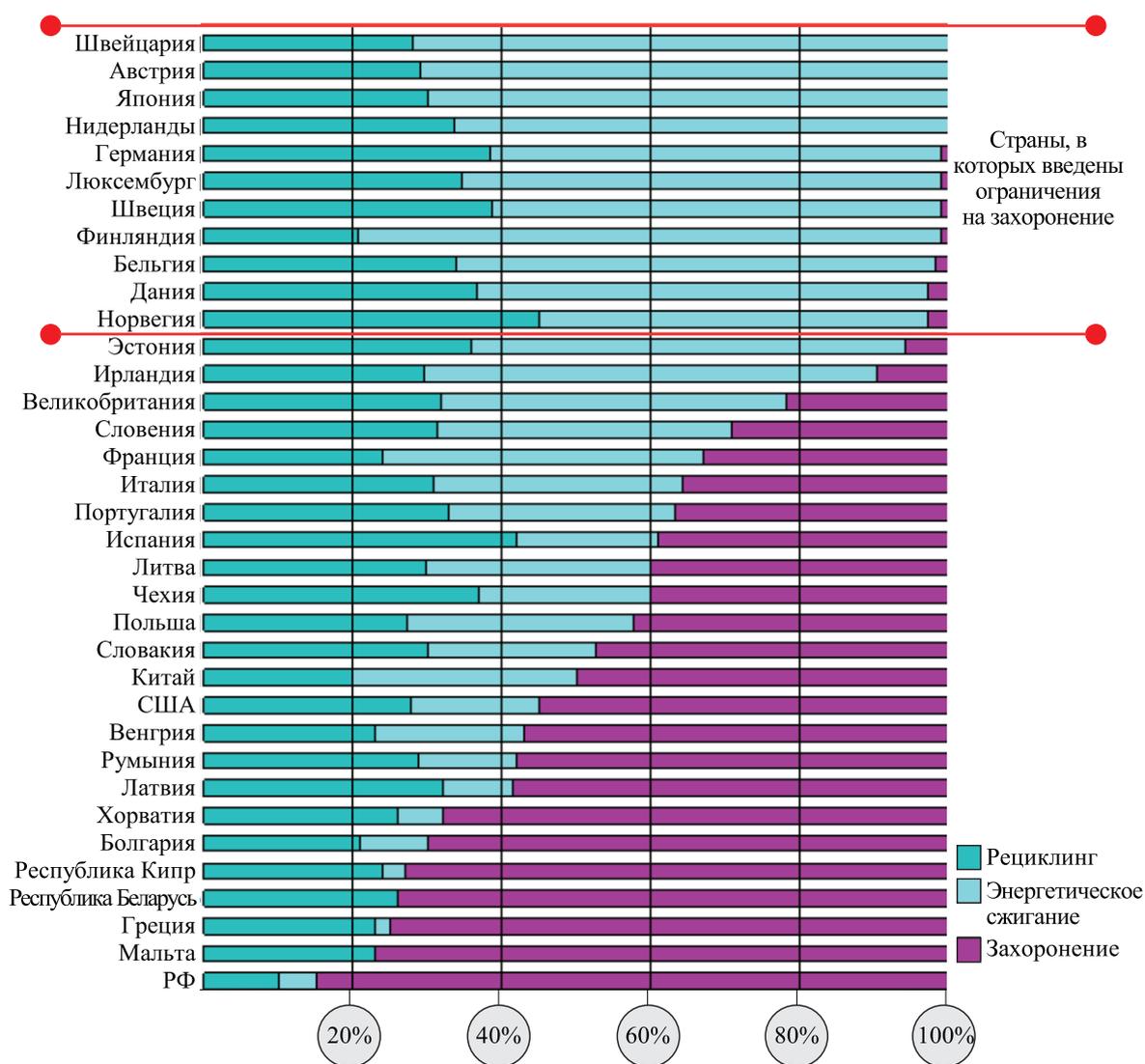


Рис. 1. Динамика утилизации упаковочных материалов по странам за 2018 год

Fig. 1. Dynamics of utilization of packaging materials by country in 2018

Биоразлагаемые пластики, в основном, производятся из крахмала, полимолочной кислоты (PLA), полигидроксиалканоев (PHA), целлюлозы и лигнина. При этом все компоненты материала являются биоразлагаемыми.

В настоящее время биопластики составляют примерно 1 % от 335 млн тонн пластиков, производимых ежегодно. Согласно последним данным Европейского института биопластиков «European Bioplastics e.V.» (г. Берлин) и научно-исследовательского института «Nova-Institute», (г. Хюрт, Германия) [11], которые являются ведущими организациями в области исследования биополимеров, глобальные производственные мощности по выпуску биопластиков увеличатся примерно с 2,11 млн тонн в 2018 году до приблизительно 2,62 млн тонн в 2023 году (рис. 3).

В число биоразлагаемых полимеров входят: крахмальные смеси, полимолочная кислота, PBAT — полибутилен адипат/терефталат, PBS — полибутилен сукцинат, полигидроксиалканоев. Основное внимание сегодня уделяется первым и последним в списке биополимерам.

Семейство полимеров PHA некоторое время находилось в разработке и сейчас выходит на рынок в коммерческом масштабе. По оценкам экспертов, производственные мощности PHA увеличатся в четыре раза в течение следующих пяти лет. Кроме того, удвоятся производственные мощности PLA к 2023 году. PLA является отличной заменой для PS (полистирола), PP (полипропилена) и ABS (акрилонитрилбутадиенстирола). Эти сложные полиэфиры на 100 % биоосновные и биоразлагаемые.



Рис. 2. Пример фоторазложения оксоразлагаемого пакета типа «майка» при попадании прямых солнечных лучей
 Fig.2. An example of photodegradation of an oxo-decomposable «T-shirt» -type bag in direct sunlight

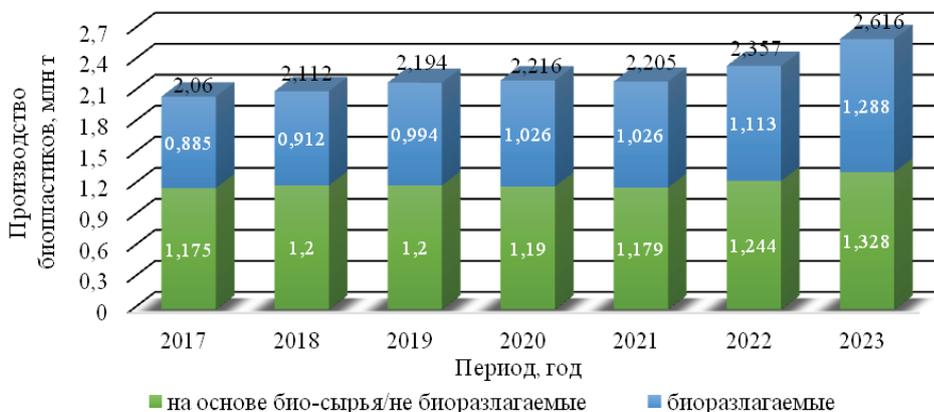


Рис. 3. Глобальные производственные мощности биопластиков в 2017–2023 гг.
 Fig. 3. Global production facilities for bioplastics in 2017–2023

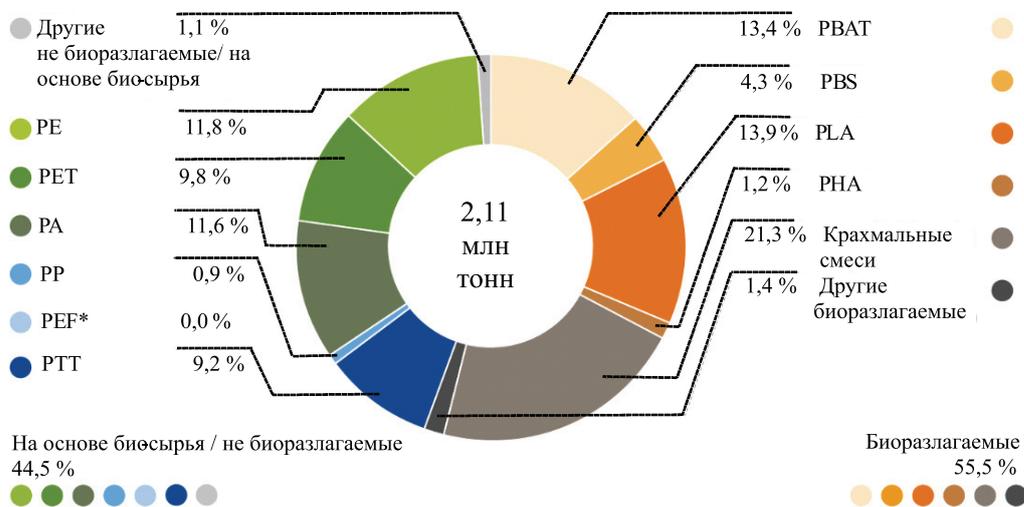
Биоосновные, не поддающиеся биологическому разложению пластмассы, в том числе решения на основе РЕ (полиэтилен на биооснове), РЕТ (полиэтилентерефталат на биооснове) и на основе РА (полиамид на биооснове), РТТ (политриметилтерефталат), в настоящее время составляют до 44,5 % (0,94 млн тонн) от мировых мощностей по производству биопластиков (рис. 4) [12].

Прогнозируется, что выпуск полиэтилена на биооснове будет продолжать расти, поскольку в ближайшие годы в Европе планируется запуск новых мощностей для его производства.

Большой интерес проявляется к разработке РЕФ (полиэтиленфураноата), нового полимера, который появится на рынке в 2023 году. РЕФ сопоставим с РЕТ, но на 100 % состоит из биологического сырья и имеет превосходные барьерные и термические свойства, что делает его идеальным материалом для упаковки напитков, пищевых и непродовольственных товаров.

Биопластмассы используются в различных секторах: от упаковки продуктов питания, бытовой электроники, автомобилестроения, сельского хозяйства и игрушек до текстиля и ряда других.

В структуре потребления крупнейшей областью применения биопластмасс является упаковка. В 2019 году данный сектор составлял почти 53 % (1,14 млн тонн) от общего рынка биопластиков (рис. 5) [12].



*В настоящее время PEF находится в стадии разработки и, по прогнозам, будет доступен в коммерческом масштабе в 2023 году

Рис. 4. Глобальные производственные мощности биопластиков в 2018 – 2019 гг. (по типу материала)
 Fig. 4. Global bioplastics manufacturing facilities in 2018 – 2019 (by type of material)

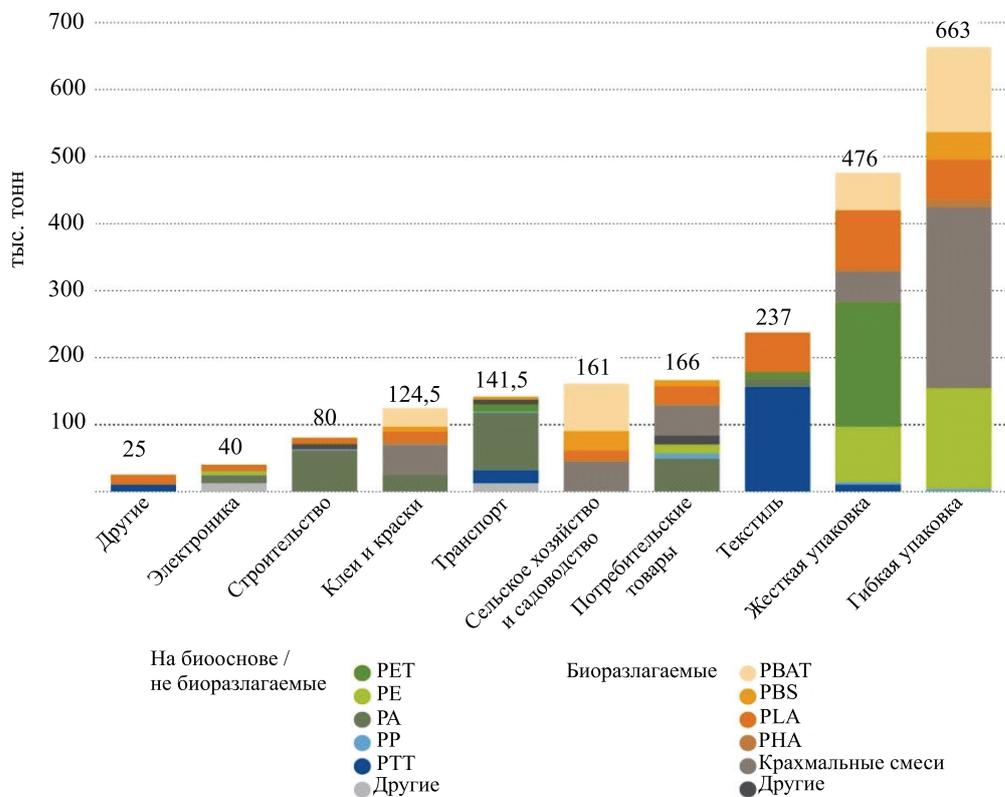


Рис. 5. Глобальные производственные мощности биопластиков на 2019 год (по сферам применения типов материала)
 Fig. 5. Global bioplastics manufacturing facilities in 2019 (by Material Type Application)

Для получения гибкой упаковки среди полимеров на биооснове наиболее распространенный тип — материалы на основе крахмалов. За ним по частоте использования следует PBAT, PLA и PBS.

Европа занимает первое место в области исследований и разработок биопластиков. Здесь выпускается около пятой части от мирового объема подобных материалов. К 2023 году доля биопластика, изготовленного в Европе, достигнет 27 %, что обусловлено недавно принятой политикой в таких странах, как Италия и Франция.

Крупным производственным центром является Азия. В 2019 году 45 % биопластиков было произведено именно в этой части света. На Северную и Южную Америку, приходится 18 % и 12 % рынка, соответственно [12].

В 2019 году площадь земель, используемых для выращивания возобновляемого сырья для производства биопластиков, составляла примерно 0,79 млн га от общей сельскохозяйственной площади в 4,8 млрд га (0,016 % от общей площади) (рис. 6).

Несмотря на прогнозируемый в ближайшие 5 лет рост рынка, доля землепользования для биопластиков останется около 0,02 %. Динамика ясно показывает, что на данный момент отсутствует конкуренция между возобновляемым сырьем для производства продуктов питания, кормов и производства биопластиков.

В настоящее время, учитывая сравнительные общие цены, биопластики дороже традиционных распространенных пластиков на основе нефти в 2,5–7,5 раза. Это обусловлено сложным процессом получения их. Однако еще 5 лет назад их стоимость была выше в десятки раз. Относительные цены на некоторые виды полимеров и сырье для их получения приведены в табл. 1.



Рис. 6. Мировая оценка землепользования в 2019 и 2024 годах
Fig. 6. World Land Use Assessment 2019 and 2024

Таблица 1. Относительные цены на полимеры и сырье для их получения
Table 1. Relative prices for polymers and raw materials for their production

Название	Относительная цена, долл./кг
PLA (полимолочная кислота)	2,2–5,0
Молочная кислота	1,0–3,0
PBAT (полибидифуратдиинтерфталат)	2,5–3,2
PBS (полибутилсукцинат)	1,2–4,2
PHA (полигидроксиолканоаты)	4,0–6,0
Biopol (полигидроксибутираты)	6,0–10,0
Модифицированный крахмал	0,7–2,0
Амилоза (из растительного крахмала)	1,0–1,5
Ацетат целлюлозы (модифицированная целлюлоза)	3,0–6,0
Оксо-биоразлагаемые добавки	5,0–10,0
Натуральный каучук	около 1,5
Novon (50% синтетического полимера, 43 % крахмала, 7 % др. добавок)	2,5–2,8
PE (полиэтилен)	0,9–1,1
PET (полиэтилентерефталат)	0,8–1,0
PA (полиамид)	1,5–4,5
PP (полипропилен)	0,7–1,0
Полистирол	1,0–1,2

Заключение. На рынок биополимеров существенное влияние оказывает ряд основных факторов: технологические, экономические, политические и социальные.

Для достижения максимальной биологической разлагаемости пластики должны компостироваться вместе с органическими отходами — аэробным или реже анаэробным способами компостирования.

Биоразлагаемые пакеты не допускаются сдавать на вторичную переработку так как они испортят обычный пластик.

Наиболее прогрессивной сферой применения биопластиков является упаковка. Проникновение биопластиков на рынок упаковки существенно опережает другие сектора. В основном упаковка изготавливается из биоразлагаемого материала на основе крахмальных смесей, полимолочной кислоты, полигидроксиканоатов.

Биоразлагаемые упаковочные материалы на основе натуральных биополимеров — это новое поколение полимеров, появляющихся на рынке упаковки. Биоразлагаемые упаковочные материалы имеют расширяющийся диапазон потенциальных применений, что обусловлено растущим использованием полимеров в упаковке и восприятием того, что биоразлагаемые полимеры являются «экологически чистыми», и их использование, по прогнозам, увеличивается.

Список использованных источников

1. Соломенко, М. Г. Тара из полимерных материалов : справочное издание / М. Г. Соломенко, В. Л. Шредер, В. Н. Кривошей. — М.: Химия, 1990. — 400 с.
2. Максанова, Л. А. Высокомолекулярные соединения и материалы на их основе, применяемые в пищевой промышленности : учеб. пособие / Л. А. Максанова. — М.: КоллосС, 2005. — 213 с.
3. Технические свойства полимерных материалов: справочник / В. К. Крыжановский [и др.]. — 2-е изд., доп. — СПб.: Профессия, 2005. — 280 с.
4. Полимерные пленки / Под ред. Г. Е. Заиков. — СПб.: Профессия, 2006. — 352 с.
5. MECHANICAL RECYCLING [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.european-bioplastics.org/publications/bp/EUBP_BP_Mechanical_recycling.pdf. — Дата доступа: 03.09.2020.
6. Разработка ТКП по правилам обращения с коммунальными отходами [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vtoroperator.by/content/razrabotka-tkp-po-pravilam-obrashcheniya-s-kommunalnymi-otkhodami>. — Дата доступа: 03.09.2020.
7. Мусоросжигательный завод в Минске планируют построить возле полигона «Тростенецкий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belta.by/regions/view/musoroszhigatelnyj-zavod-v-minske-planirujut-postroit-vozle-poligona-trostenetskij-333827-2019/>. — Дата доступа: 03.09.2020.
8. Мусороперерабатывающий завод планируют запустить в Лидском районе к 2025 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belta.by/regions/view/musoropererabatyvajuschij-zavod-planirujut-zapustit-v-lidskom-rajone-k-2025-godu-396633-2020/>. — Дата доступа: 03.09.2020.
9. Биоразлагаемые пакеты: решение или проблема? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.opti-com.ru/company/blog/article/1000>. — Дата доступа: 03.09.2020.
10. Просеков, А. Ю. Технология получения биоразлагаемых полимерных материалов для пищевой промышленности / А. Ю. Просеков // Актуальные вопросы развития устойчивых, потребительско-ориентированных технологий пищевой и перерабатывающей промышленности АПК : материалы 20-й Междунар. науч.-практ. конф., посвящен. памяти Василия Матвеевича Горбатова, Москва, 7–8 декабря 2017 г. / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. — Москва, 2017. — С. 270–273.
11. REPORT European Bioplastics. Bioplastics market data 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2016/02/Report_Bioplastics-Market-Data_2018.pdf. — Дата доступа: 03.09.2020.
12. Bioplastics market data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.european-bioplastics.org/market/>. — Дата доступа: 03.09.2020.

References

1. Solomenko M. G., Schroeder V. L., Krivoshey V. N. Tara iz polimernykh materialov : spravochnoe izdanie [*Plastic containers : a reference edition*]. Moscow, Chemistry, 1990, 400 p. (in Russian).
2. Maksanova L. A. Vyisokomolekulyarnye soedineniya i materialy na ih osnove, primenyaemye v pischevoy promyshlennosti : ucheb. posobie [*High-molecular compounds and materials based on them, used in the food industry: textbook. allowance*]. Moscow, CollosS, 2005, 213 p. (in Russian).

3. Kryzhanovsky V. K. Tehnicheskie svoystva polimernykh materialov: spravochnik [*Technical properties of polymer materials: a handbook*]. SPb., Profession, 2005, 280 p. (in Russian).
4. Zaikov G. E. Polimernye plenki [*Polymer films*]. SPb., Profession, 2006, 352 p. (in Russian).
5. Mechanical Recycling. Available at: https://docs.european-bioplastics.org/publications/bp/EUBP_BP_Mechanical_recycling.pdf (accessed 5 September 2020).
6. Razrabotka TKP po pravilam obrascheniya s kommunalnymi othodami (*Development of a technical code of good practice on the rules for the management of municipal waste*). Available at: <https://vtoroperator.by/content/razrabotka-tkp-po-pravilam-obrashcheniya-s-kommunalnymi-otkhodami> (accessed 3 September 2020).
7. Musoroszhigatelnyy zavod v Minske planiruyut postroit vozle poligona «Trostenetskiy» (*Incineration plant in Minsk plans to build near the landfill «Trostenets»*). Available at: <https://www.belta.by/regions/view/musoroszhigatelnyj-zavod-v-minske-planirujut-postroit-vozle-poligona-trostenetskij-333827-2019/> (accessed 3 September 2020).
8. Musoropererabatyvayushiy zavod planiruyut zapustit v Lidskom rayone k 2025 godu (*Waste recycling plant is planned to be launched in Lida district by 2025*). Available at: <https://www.belta.by/regions/view/musoropererabatyvayushij-zavod-planirujut-zapustit-v-lidskom-rajone-k-2025-godu-396633-2020/> (accessed 3 September 2020).
9. Biorazlagaemye pakety: reshenie ili problema? (*Biodegradable bags: solution or problem?*). Available at: <https://www.opti-com.ru/company/blog/article/1000> (accessed 3 September 2020).
10. Prosekov A. Yu. Tehnologiya polucheniya biorazlagaemykh polimernykh materialov dlya pischevoy promyshlennosti [Technology for obtaining biodegradable polymeric materials for the food industry]. Materialy 20-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyaschen. pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova «Aktualnye voprosy razvitiya ustoychivyykh, potrebitel-orientirovannykh tekhnologiy pischevoy i pererabatyvayushey promyshlennosti APK» [*Materials of the 20th Int. scientific-practical conf., dedicated in memory of Vasily Matveevich Gorbatov «Topical issues of the development of sustainable, consumer-oriented technologies in the food and processing industry of the agro-industrial complex»*]. Moscow, 2017, pp. 270–273. (in Russian).
11. Report European Bioplastics. Bioplastics market data 2018. Available at: https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2016/02/Report_Bioplastics-Market-Data_2018.pdf (accessed 3 September 2020).
12. Bioplastics market data. Available at: <https://www.european-bioplastics.org/market/> (accessed 3 September 2020).

Информация об авторах

Корзан Сергей Иванович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник – руководитель группы упаковки отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru

Information about the authors

Korzan Sergey Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher – Head of the Packaging Group the Department of New Technologies and Technology of RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru